

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ
проректор по учебной работе
профессор
_____П.Б. Акмаров
«___» 2016 г.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИЁМОВ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Учебное пособие
для студентов, обучающихся по направлениям подготовки
Агрономия, Агрохимия и агропочвоведение,
аспирантов направления подготовки Сельское хозяйство

Составители:
Э.Ф. Вафина
П.Ф. Сутыгин

Ижевск
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2016

УДК 633 : 631.5 (075.8)
ББК 42.1 + 41.4A73

Э 65

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и учебного плана по направлениям подготовки Агрономия, Агрохимия и агропочвоведение (квалификация «бакалавр», «магистр»), Сельское хозяйство (квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь»). Рассмотрено и рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, протокол № ____ от ____ 2016 г.

Рецензенты:

Макаров В.И. – профессор кафедры агрохимии и почвоведения
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
Гореева В.Н. – доцент кафедры растениеводства
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Составители:

Э.Ф. Вафина – доцент, канд. с.-х. наук
П.Ф. Сутыгин – доцент, доктор эконом. наук

Э 65 **Энергетическая оценка эффективности приёмов технологий возделывания полевых культур:** учебное пособие. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – 62 с.

В учебном пособии изложены основы энергетического анализа приёмов и технологий возделывания полевых культур, методика его проведения. Предусмотрены вопросы для самопроверки. Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Агрономия», «Агрохимия и агропочвоведение» (бакалавриат, магистратура), «Сельское хозяйство» (квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь»).

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016

© Вафина, Э.Ф., Сутыгин П.Ф., составление, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИЁМОВ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР.....	5
1.1 Основные материальные и трудовые затраты	5
1.2 Оборотные материальные и трудовые затраты	11
1.2.1 Затраты энергии вносимых удобрений.....	11
1.2.2 Затраты энергии применяемых пестицидов.....	14
1.2.3 Затраты энергии посевного (посадочного) материала.....	15
1.3 Оценка затрат полной и совокупной энергии.....	15
1.4 Определение выхода валовой энергии с урожаем.....	16
1.5 Показатели энергетической эффективности технологий Возделывания.....	16
1.6 Выявление направлений совершенствования энергосберегающих технологий.....	18
1.7 Энергетическая оценка отдельных технологических приёмов.....	18
1.8 Оценка экологической безопасности технологий возделывания полевых культур.....	19
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	21
ГЛОССАРИЙ	22
ПРИЛОЖЕНИЯ	24

ВВЕДЕНИЕ

В связи с переходом страны к рыночной экономике, систематическим изменением цен на материалы и услуги невозможно дать объективную экономическую оценку эффективности возделывания той или иной культуры, применения того или иного технологического приема, используя современные экономические методы. Однако для новых сортов, интродуцируемых культур, новых технологических приемов или комплекса приемов, используемых в конкретных экологических условиях, требуется объективная оценка их преимуществ или недостатков. Такой объективной оценкой может быть определение энергетической эффективности возделывания культуры, сорта, применения технологического приема. Для этого необходимо учесть все энергозатраты на возделывание культуры или использование технологического приема и энергосодержание урожая, выявить степень окупаемости энергозатрат энергосодержанием урожая. Энергетическая оценка сорта или приема при необходимости может быть переведена в любые денежные единицы, если известна стоимость одного гигаджуля, т. е. может быть дана экономическая оценка.

1 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИЁМОВ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Затраты техногенной энергии в земледелии делятся на 2 группы: прямые и косвенные.

К прямым затратам техногенной энергии относят: энергию живого труда, топлива, пара, электроэнергию.

К косвенным затратам техногенной энергии относят: энергию изготавления, хранения, транспортировки средств производства. Косвенные затраты техногенной энергии делятся на 2 группы: основные (переносятся частями на продукцию: техника, сооружения) и оборотные (переносятся на продукцию за 1 сезон: семена, удобрения, пестициды).

Энергетический анализ технологии выращивания культуры проводят по технологическим картам на основе нормативных данных: проводят расчёт материальных и трудовых затрат на весь объём работ по каждому агроприёму, переводят материальные затраты в энергетические через переводные коэффициенты – энергетические эквиваленты, определяют выход валовой энергии с урожаем, рассчитывают показатели энергетической эффективности.

1.1 Основные материальные и трудовые затраты

Для проведения расчёта материальных трудовых затрат составляют технологическую карту.

Технологическая карта – это итог проектирования возделывания культуры от подготовки почвы до уборки и послеуборочной доработки урожая. Технологические карты являются первичными документами, на основании которых вычисляют лимиты прямых затрат труда и материально-денежных средств на возделывание сельскохозяйственных культур. Их учитывают при составлении производственно-финансовых планов предприятий.

В каждой технологической карте можно условно выделить пять частей: вводную, технологическую, техническую, расчётную, заключительную (таблицы 1, 2).

В вводной части указывают предшественник, возделываемую культуру, площадь посева, запланированную урожайность (основной и побочной продукции), норму высева семян.

Таблица 1 – Вводная и технологическая части технологической карты возделывания культуры

Хозяйство _____		Производство продукции		
Культура _____		Продукция	Планируемая урожайность, т/га	Валовой сбор, т
Сорт _____		Основная		
Площадь _____ га		Побочная		
Предшественник _____				
Норма высева _____ кг/га				
Наименование работ	единица измерения	Объем работ в физическом выражении	Сроки агро-технические	календарные (декада, месяц)
1	2	3	4	5
				6

Технологическая часть включает перечень и объёмы работ по возделыванию культуры, качественные характеристики и сроки выполнения работ.

Графа 1 включает перечень всех работ в определенной последовательности (в порядке их проведения) от основной обработки почвы до уборки и послеуборочной доработки продукции. Сюда включаются как основные, так и вспомогательные (транспортные, погрузочно-разгрузочные, подготовка растворов пестицидов и т.д.) работы.

Объем работ (графа 2, 3) определяется площадью выбранного поля и выражается в гектарах или тоннах (для транспортных и погрузочно-разгрузочных работ). Если точно известно расстояние, то транспортные работы выражаются в тонно-километрах (ткм).

В графе 4 указываются оптимальные агротехнические сроки проведения работ (фаза развития или спелости культуры, состояние спелости почвы, наступление порога вредоносности и т.п.), а в графе 5 – декада (арабскими цифрами) и месяц (римскими цифрами) проведения работ. В графе 6 приводятся агротехнические требования к качеству основных работ: глубина обработки почвы, нормы расхода удобрений и пестицидов на 1 га и т.п. Для вспомогательных работ она преимущественно не заполняется.

Техническая часть (графы 7 - 17 в таблице 2) определяет способы выполнения агроприёмов: состав машинно-тракторных агрегатов, количество машин, количество рабочих для их обслуживания, сменную норму выработки, расход топлива и электроэнергии.

Таблица 2 – Техническая и расчётная части технологической карты возделывания культуры

Номер работы	Состав агрегата		Кол-во человек для выполнения нормы		Норма выработки	Затраты труда на 100 га, час		Затраты энергии на 100 га, МДж			
	марка трактора	с.-х. машины, орудия	трактористов-машинистов	рабочих на ручных работах		за 7 час	за 1 час	трактористов-машинистов	рабочих на ручных работах	трактористов-машинистов	рабочих на ручных работах
1	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Продолжение таблицы 2

Номер работы	Энергетический эквивалент 1 часа работы, МДж			Затраты энергии с.-х. техникой на 100 га, МДж	ГСМ, кг	Затраты энергии ГСМ, МДж	Затраты э/энергии на 100 га	Затраты энергии на 100 га, МДж			
	трактора	машины,	всего					на ед.	изМ на 100 га	кВт	МДж
1	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
											29

При выборе агрегата нужно учитывать зональные условия и исходить из наиболее эффективного использования технических средств. Для составления данной части технологической карты используют нормативные данные, принятые на территории Российской Федерации, приведённые в приложениях данного пособия или установленные для конкретного хозяйства

Расчётная часть (графы 18 - 29 в таблице 2) даёт представление о затратах материальных средств по видам работ и по культуре в целом, а также о потребности в рабочей силе и технике.

В заключительной части рассчитывают себестоимость (по прямым затратам) по возделыванию культуры.

А теперь остановимся более подробно на технической и расчётной частях технологической карты.

Норму выработки за 1 час (графа 12 таблицы 2), т (га) (ЧНВ) определяют по формуле:

$$\text{ЧНВ} = \frac{\text{НВ}}{\text{T}}, \quad (1)$$

НВ – сменная норма выработки, т (га) (приложение А - К);

Т – продолжительность смены, час.

Для большинства работ Т=7, при работе с пестицидами Т=4.

Затраты труда трактористов-машинистов (водителей автомобилей), рабочих на ручных работах на 100 га (графы 13 - 14) вычисляют по формулам:

$$3T_{\text{мех. (вод.)}} = \frac{OP}{\text{ЧНВ}} \times \text{Ч}_{\text{мех. (вод.)}}; \quad (2)$$

$$3T_{\text{раб.}} = \frac{OP}{\text{ЧНВ}} \times \text{Ч}_{\text{раб.}} \quad (3)$$

где $3T_{\text{мех. (вод.)}}$ – затраты труда механизаторов (водителей автомобилей) на 100 га, час (графа 13);

$3T_{\text{раб.}}$ – затраты труда рабочих на ручных работах на 100 га, час (графа 14);

ОР – объем конкретной работы на 100 га (графа 3);

ЧНВ – норма выработки конкретной работы за 1 час (графа 12);

$Ч_{мех.(вод.)}$ – необходимое количество механизаторов (водителей автомобилей) для выполнения конкретной работы за смену, чел. (графа 9);

$Ч_{раб.}$ – необходимое количество рабочих на ручные работы для выполнения нормы выработки конкретной работы за смену, чел. (графа 10).

Пример. Рассчитаем затраты труда трактористов-машинистов, рабочих на ручных работах по технологической операции «измельчение минеральных удобрений» при объёме работ 40 т ($ЧНВ=14,3$), на данную операцию требуется один машинист и трое рабочих на ручных работах определим:

$$3T_{мех.} = \frac{40,0}{14,3} \times 1 = 2,8 \text{ час.}; \quad 3T_{раб.} = \frac{40,0}{14,3} \times 3 = 8,4 \text{ час.}$$

Затраты энергии живого труда на 100 га конкретной работы рассчитывают по формуле:

$$3Э_{ж.тр.} = (3T_{мех.(вод.)} \times ЭЭ_{мех.(вод.)}) + (3T_{раб.} \times ЭЭ_{раб.}) = 3Э_{мех.(вод.)} + 3Э_{раб.} \quad (4)$$

где $3Э_{ж.тр.}$ – всего затрат энергии живого труда на 100 га, МДж (графа 17);

$ЭЭ_{мех.(вод.)}$ – затраты энергии механизаторов (водителей автомобилей) на 100 га, МДж (графа 15);

$ЭЭ_{раб.}$ – затраты энергии рабочими на ручных работах на 100 га, МДж (графа 16);

$ЭЭ_{мех.(вод.)}$ – энергетический эквивалент 1-го часа работы механизатора (водителя автомобиля), МДж (табл.3);

$ЭЭ_{раб.}$ – энергетический эквивалент 1-го часа работы рабочим на ручной работе, МДж (см. табл.3);

Таблица 3 – Энергетические эквиваленты по категориям работников

Профессия	Энергетический эквивалент, МДж/чел. час
Тракторист-машинист, комбайнер	60,8
Водитель автомобиля	60,3
Электромонтер, оператор	61,3
Рабочий на ручной работе	33,3

Пример. Подставляя в формулу (4) цифры по технологической операции «измельчение минеральных удобрений», определим:

$$3Э_{ж.тр.} = (2,8 \times 60,8) + (8,4 \times 33,3) = 170 + 280 = 450 \text{ МДж.}$$

Затраты энергии сельскохозяйственной техникой на 100 га конкретной работы рассчитывают по следующей формуле:

$$3\mathcal{E}_{техн.} = \frac{\mathcal{E}\mathcal{E}_{mp.(\frac{a}{M})} + (\mathcal{E}\mathcal{E}_{схм.} \times ЧНВ) \times OP}{ЧНВ} = \frac{\mathcal{E}\mathcal{E}_{техн.} \times OP}{ЧНВ}, \quad (5),$$

где $3\mathcal{E}_{техн.}$ – всего затрат энергии с.-х. техникой на 100 га, МДж (графа 21);

$\mathcal{E}_{схм.}$ – количество агрегатируемых с.-х. машин или орудий с одним трактором, штук (см. графу 8);

OP – объем конкретной работы (см. графу 3);

ЧНВ – норма выработки конкретной работы за 1 час (см. графу 12);

$\mathcal{E}\mathcal{E}_{тр. (a/m)}$ – энергетический эквивалент 1 часа работы трактора (автомобиля), МДж (прил. Д, Е);

$\mathcal{E}\mathcal{E}_{схм.}$ – энергетический эквивалент 1 часа работы с.-х. машины или орудия, МДж (прил. Д, Е);

$\mathcal{E}\mathcal{E}_{техн.}$ – сумма энергетических эквивалентов 1 часа работы трактора (автомобиля), с.-х. машины или орудия (графа 20).

Пример. Определим затраты энергии с.-х. техникой на весь объем (100 га) работы «лущение стерни» ($ЧНВ=7,1$) по формуле (5):

$$3\mathcal{E}_{техн.} = \frac{183,1 + (196,0 \times 1) \times 100}{7,1} = \frac{379,1 \times 100}{7,1} = 5339 \text{ МДж}$$

Данные по некоторым энергетическим эквивалентам, отсутствующие в приложении Д, приведены в приложениях Е, Ж, И, К.

Затраты энергии горюче-смазочных материалов на весь объем конкретной работы определяют по формуле:

$$3\mathcal{E}_{ГСМ} = P_{ГСМ} \times OP \times \mathcal{E}\mathcal{E}_{ГСМ} = O_{ГСМ} \times \mathcal{E}\mathcal{E}_{ГСМ} \quad (6)$$

где $3\mathcal{E}_{ГСМ}$ – всего затрат энергии ГСМ на весь объем конкретной работы, МДж (графа 24 таблицы 2);

$P_{ГСМ}$ – расход ГСМ на единицу измерения конкретной работы, кг или л (графа 22; прил. А, Б, В);

OP – объем конкретной работы (графа 3);

$O_{ГСМ}$ – объем ГСМ, необходимый для выполнения конкретной работы на 100 га, кг или л (графа 23);

$\mathcal{E}\mathcal{E}_{ГСМ}$ – энергетический эквивалент конкретного вида ГСМ, МДж/кг (табл. 4).

Пример. Определим затраты энергии ГСМ на весь объем работы (100 га) (расход ГСМ на 1 га – 2,7 кг) по формуле (6):

$$3\mathcal{E}_{ГСМ} = 2,7 \times 100 \times 52,8 = 14256 \text{ МДж}.$$

Затраты электроэнергии (в МДж) на весь объем конкретной работы определяют следующим образом:

$$ЗЭ_{эл.дв.} = \frac{OP}{ЧНВ} \times M_{эл.дв.} \times ЭЭ_{эл.эн.} \quad (7)$$

где $ЗЭ_{эл.дв.}$ – затраты энергии на работу электродвигателей с.-х. машины, оборудования на весь объем конкретной работы, МДж (графа 26);

OP – объем конкретной работы (см. графу 3);

$ЧНВ$ – норма выработки конкретной работы за 1 час (графа 12);

$M_{эл.дв.}$ – суммарная мощность электродвигателей данной с.-х. машины (оборудования), кВт (прил. В);

$\frac{OP}{ЧНВ} \times M_{эл.дв.}$ – затраты электроэнергии на работу электродвигателей с.-х. машины (оборудования) на весь объем конкретной работы, кВт (см. табл. 2, графа 25);

$ЭЭ_{эл.эн.}$ – энергетический эквивалент электроэнергии, МДж/кВт (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Энергетические эквиваленты топлива, электроэнергии

Вид топлива	Эквивалент, МДж/кг
Жидкое топливо: дизельное	52,8
бензин	54,5
Природный газ	49,5
Уголь каменный	32,7
Электроэнергия	3,6*

Примечание *- МДж/кВт

Пример. Определим затраты электроэнергии на весь объем работы (40 т) по операции «измельчение минеральных удобрений» по формуле 7:

$$ЗЭ_{эл.дв.} = \frac{40,0}{14,3} \times 30,0 \times 3,6 = 302 \text{ МДж}$$

1.2 Оборотные материальные и трудовые затраты

1.2.1 Затраты энергии вносимых удобрений

Известно, что внесенные в почву питательные вещества (NPK) органических и минеральных удобрений используются сельскохозяйственными культурами обычно в течение трёх вегетационных периодов. Средние коэффициенты использования основных элементов питания из удобрений сельхозкультурами представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Средние коэффициенты использования питательных веществ с.-х. культурами из удобрений, %

Год действия	Из органических удобрений			Из минеральных удобрений			Из растительных остатков бобовых культур
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	B ₂ O	
1	20...25	25...30	50...60	50...60	15...20	50...60	20...25
2	20	10...15	10...15	-	10...15	20	15...20
3	10	5	-	-	5	-	5....10
За ротацию	50...55	40...60	60...75	50...60	30...40	70...80	45...55

Кроме того, элементы питания органических и минеральных удобрений используются культурами не полностью в течение трех вегетационных периодов, так как некоторая часть их вымывается, испаряется из почвы, закрепляется в недоступные формы для растений.

При расчете экономической эффективности коэффициенты использования и потери питательных веществ обычно не учитывают, т.е. всю сумму стоимости органических и минеральных удобрений, внесенных под конкретную культуру, обычно переносят в затраты на возделывание этой культуры. В некоторых случаях такой подход нельзя считать правильным: снижается рентабельность возделываемой культуры. Поэтому при энергетической оценке технологий возделывания с.-х. культур рекомендуется объективнее подходить к расчетам расхода совокупной энергии вносимых удобрений под сельхозкультуры.

Установлено, что энергетический эквивалент 1 кг физической массы органических и минеральных удобрений достаточно высокий (прил. К). При повышенных и высоких нормах внесения удобрений на 1 в структуре затрат совокупной энергии на возделывание сельскохозяйственных культур (особенно пропашных) удельный вес энергии удобрений бывает значительным.

Органические удобрения вносят в почву на конкретных полях севооборота обычно не ранее, чем через три года, поэтому для расчета расхода совокупной энергии этих удобрений рекомендуется планировать не 100 %, а только 55 % питательных веществ (с учетом коэффициентов использования и потерь элементов питания в первый год), или 55 % физической массы вносимых удобрений под конкретную культуру. Например, если под картофель вносят навоз КРС (80 % влажности) при норме 50 т/га (см. прил. 1), то для расчета расхода совокупной энергии навоза под эту культуру необходимо взять только $(50,0 \text{ т/га} \times 55\%) : 100\% = 27,5 \text{ т/га}$. Энергетический эквивалент 1 кг навоза (80 %) – 0,42 МДж (см. прил. К). Расход энер-

гии навоза будет равен $27500 \text{ кг} \times 0,42 \text{ МДж/кг} = 11550 \text{ МДж/га}$, или 1155000 МДж/га (цифру переносят в графу табл. 2).

Для расчета затрат энергии минеральных удобрений, внесенных непосредственно под конкретную изучаемую культуру, рекомендуется планировать 100 %-ный расход питательных веществ (NPK) на эту культуру, но при условии, если минеральные удобрения ежегодно вносили под предшествующие три культуры в севообороте (см. табл. 6, вариант 1).

Если же минеральные удобрения вносят непосредственно под изучаемую культуру, но не применяли их под предшествующие три культуры, тогда для расчета затрат энергии этих удобрений желательно планировать следующий расход вносимых питательных веществ под изучаемую культуру (с учётом коэффициентов использования и потерь элементов питания в первый год) в среднем N – 85 %, P₂O₅ – 50 %, K₂O – 70 % (см. таблицу 6, варианты 2 и 3).

Таблица 6 – Расчёт затрат энергии минеральных удобрений на 1 га

Наименование удобрения	Норма внесения питательных веществ, кг д.в.			Расход питательных веществ, кг д.в.			Затраты энергии, МДж/га		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Вариант 1									
Нитроаммофоска	68	68	68	68	68	68	3502	3502	3502
Вариант 2									
Нитроаммофоска	68	68	68	58	34	48	2987	1751	2472
Вариант 3									
Аммиачная селитра	60	-	-	51	-	-	4427	-	-
Суперфосфат двойной гранулированный	-	70	-	-	35	-	-	441	-
Хлористый калий	-	-	80	-	-	56	-	-	465

После установления расхода питательных веществ минеральных удобрений под первую конкретную культуру определяют затраты энергии на 1 га:

$3\mathcal{E}_{NPK} = (P_N \times \mathcal{E}_N) + (P_P \times \mathcal{E}_P) + (P_K \times \mathcal{E}_K) = 3\mathcal{E}_N + 3\mathcal{E}_P + 3\mathcal{E}_K \quad (8)$
где $3\mathcal{E}_{NPK}$ – всего затрат энергии питательных веществ (NPK) минеральных удобрений на изучаемую культуру, МДж/га;

P_N , P_P , P_K – расход соответствующего питательного вещества удобрений на изучаемую культуру (с учётом коэффициентов использования и потерь), кг/га д.в.;

$\mathcal{E}\mathcal{E}_N$, $\mathcal{E}\mathcal{E}_P$, $\mathcal{E}\mathcal{E}_K$ - энергетический коэффициент соответствующего питательного вещества удобрений, МДж/кг д.в. (приложение Н);

$3\mathcal{E}_N$, $3\mathcal{E}_P$, $3\mathcal{E}_K$ – затраты энергии соответствующего питательного вещества удобрений на изучаемую культуру, МДж/га.

Пример. Под картофель планируется внести нитроаммоfosку (0,4 т/га), или $N_{68} P_{68} K_{68}$. Под предшествующие культуры в севообороте минеральные удобрения не применяли. Для расчёта затрат энергии питательных веществ (NPK) на 1 га посадок картофеля воспользуемся данными цифрами расхода этих веществ из таблицы (вариант 2), тогда:

$$3\mathcal{E}_{NPK} = (58 \times 51,5) + (34 \times 51,5) + (48 \times 51,5) = 2987 + 1751 + 2472 \\ == 7210 \frac{\text{МДж}}{\text{га}}, \text{или } 721000 \frac{\text{МДж}}{100} \text{ га}$$

Аналогичным образом определяют совокупные затраты энергии на внесение известковых мелиорантов:

$$3\mathcal{E}_{извести} = H_{извести} \times \mathcal{E}\mathcal{E}_{извести} \quad (9)$$

где $3\mathcal{E}_{извести}$ – затраты энергии на внесение известковых материалов, МДж/га;

$H_{извести}$ – норма внесения известковых материалов, кг/га;

$\mathcal{E}\mathcal{E}_{извести}$ – энергетический эквивалент известковых материалов, кг/га (приложение Н).

1.2.2 Затраты энергии применяемых пестицидов

Затраты энергии пестицидов на 100 га посева (посадки) определяем по формуле:

$$3\mathcal{E}_{пестицида} = H_{пестицида} \times \mathcal{E}\mathcal{E}_{пестицида} \times 100 \quad (10)$$

где $3\mathcal{E}_{пестицида}$ – затраты энергии на производство конкретного вида пестицида на 100 га, МДж;

$H_{пестицида}$ – норма внесения конкретного пестицида на 1 га, кг д.в.;

$\mathcal{E}\mathcal{E}_{пестицида}$ – энергетический эквивалент 1 кг д.в. пестицида, МДж (приложение М).

Пример. В довсходовый период картофеля вносят гербицид агритокс, КЭ (500 г/л) – 1,2 л/га (42 г/га д.в.). Энергетический эквивалент гербицида – 263,6 МДж/кг д.в., тогда затраты энергии составят:

$$3\mathcal{E}_{гербицида} = 42 \times 263,6 \times 100 = 1107120 \text{ МДж}/100 \text{ га}$$

1.2.3 Затраты энергии посевного (посадочного) материала

Совокупные затраты энергии на использование посевного (посадочного) материала на 1га ($ЗЭ_{ПМ}$) определяют следующим образом:

$$ЗЭ_{ПМ} = НВ_{ПМ} \times ЭЭ_{ПМ} \quad (11)$$

где $НВ_{ПМ}$ – норма высева посевного (посадочного) материала, кг/га;

$ЭЭ_{ПМ}$ – энергетический эквивалент соответствующего вида посевного (посадочного) материала, МДж/кг (приложение Л).

Пример. Норма посадки картофеля – 3,5 т/га, энергетический эквивалент семенных клубней – 6,7 МДж/кг. Совокупные затраты энергии ($ЗЭ_{ПМ}$) составят: $ЗЭ_{клубней} = 3500 \times 6,7 = 23450$ МДж/га.

1.3 Оценка затрат полной и совокупной энергии

Заключительная часть энергетической оценки технологий возделывания с.-х. культур включает расчёт суммы итоговых данных затрат по отдельным статьям (табл. 7).

Таблица 7 – Оценка затрат полной и совокупной техногенной энергии на 1 га посева

Статья затрат совокупной энергии	Расход энергии, МДж/га	Удельный вес в полных затратах, %
1. Посевной (посадочный) материал		
2. Трактора, с.-х. орудия и машины		
3. Горюче-смазочные материалы		
4. Электроэнергия		
5. Живой труд, всего: в т.ч. механизаторов рабочих		
6. Удобрения, всего: в т.ч. органические минеральные		
7. Известковые мелиоранты		
8. Пестициды, всего: в т.ч. гербициды фунгицидыинсектициды		
Итого		

Таким образом, получается характеристика полных энергетических затрат (техногенной энергии) по той или иной технологии с дифференциацией по статьям расхода.

1.4 Определение выхода валовой энергии с урожаем

Выход валовой энергии с урожаем основной и побочной продукции (Q , МДж/га) определяют по формуле:

$$Q = Y_o \times \mathcal{E}_o + Y_{\pi} \times \mathcal{E}_{\pi} \quad (12)$$

где Y_o и Y_{π} – урожайность основной и побочной продукции, кг/га;

\mathcal{E}_o и \mathcal{E}_{π} – энергосодержание основной и побочной продукции, Мдж/кг.

Соотношение основной и побочной продукции различных видов полевых культур приведено в приложении Р.

Энергосодержание (концентрацию энергии в 1 кг продукции) определяют по уравнениям регрессии.

Для продовольственной продукции:

$$\mathcal{E} = 0,23 \times Б + 0,376 \times Ж + 0,167 \times К + 0,174 \times БЭВ$$

Для продукции, используемой на кормовые цели:

$$\mathcal{E} = 0,22 \times Б + 0,41 \times Ж + 0,19 \times К + 0,18 \times БЭВ$$

где Б, Ж, К, БЭВ – содержание сырого протеина, жира, клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ в продукте, % (приложение П).

Пример. Определим энергосодержание основной и побочной продукции для яровой пшеницы при урожайности зерна 3 т/га:

Энергосодержание зерна:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= 0,23 \times 16,2 + 0,376 \times 2,0 + 0,167 \times 2,0 + 0,174 \times 64,1 \\ &= 15,96 \text{ МДж/кг} \end{aligned}$$

Полученное значение переводим на нашу урожайность 3 т/га (3000 кг/га):

$$\mathcal{E} = 15,96 \times 3000 = 47880 \text{ МДж/га}$$

Определим энергосодержание побочной продукции соломы (урожайность 4,2 т/га):

$$\mathcal{E} = 0,22 \times 4,4 + 0,41 \times 1,5 + 0,19 \times 34,2 + 0,18 \times 38,0 = 14,92 \text{ МДж/кг}$$

$$\mathcal{E} = 14,92 \times 4200 = 62664 \text{ МДж/га}$$

Либо можно воспользоваться средними энергетическими эквивалентами, приведёнными в приложении С.

1.5 Показатели энергетической эффективности технологий возделывания

После расчёта всех затрат энергии оценивают энергетическую эффективность технологии возделывания культуры (приложение Т). В настоящее время энергетическая эффективность технологий оценивается не

по коэффициенту использования совокупной энергии, т.е. учёт даровой энергии ФАР затруднителен. Технологии оценивают по эффективности использования техногенной энергии (E_t – расход энергии, МДж/га). Для этого используют следующие показатели:

1. биоэнергетический коэффициент:

$$r = \frac{Q}{E_t} \quad (13)$$

Q – энергия, содержащаяся в новом продукте, МДж/га

2. прирост энергии:

$$\Delta Q = Q - E_t \quad (14)$$

3. коэффициент энергетической эффективности:

$$K = \frac{\Delta Q}{E_t} \quad (15)$$

4. энергетическая рентабельность:

$$R = \frac{\Delta Q \times 100}{E_t} \quad (16)$$

5. энергетическая себестоимость урожая:

$$C_y = \frac{E_t}{y} \quad (17)$$

6. себестоимость энергии урожая:

$$C_Q = \frac{E_t}{Q} \quad (18)$$

Величину полученных показателей сравнивают с требуемыми критериями (таблица 8).

Таблица 8 – Критерии величин показателей энергетической эффективности технологий выращивания культур

Показатель	Технология является энергосберегающей	Технология может быть рекомендована для реализации в производство
1. Прирост энергии (ΔQ), МДж	$\Delta Q \geq 0$	$\Delta Q \geq E_t$
2. Биоэнергетический коэффициент (r)	$r \geq 1$	$r \geq 2$
3. Рентабельность использования техногенной энергии (R), %	$R \geq 0$	$R \geq 100$
4. Себестоимость энергии продукта (C_Q)	$C_Q < 1$	$C_Q < 0,5$
5. Себестоимость единицы урожая, МДж/т	-	при наименьшем показателе

1.6 Выявление направлений совершенствования энергосберегающих технологий

Если технология возделывания не соответствует требованиям энергосберегающей, возникает необходимость выявления путей её совершенствования.

Для этого проводят анализ структуры энергозатрат по двум направлениям (таблица 9, 10). Затраты энергии дифференцируют по различным статьям, выявляя наиболее затратные.

Таблица 9 – Структура затрат техногенной энергии по энергетическим потокам

Статья затрат энергии	Расход энергии, МДж/га	Доля в полных затратах, %
1. Посевной материал		
2. Технические средства		
3. Удобрения		
4. Топливо		
5. Пестициды		
6. Электроэнергия		
7. Живой труд		
ВСЕГО		100

Таблица 10 – Структура затрат техногенной энергии по технологическим процессам

Статья затрат энергии	Расход энергии, МДж/га	Доля в полных затратах, %
1. Обработка почвы		
2. Внесение удобрений		
3. Посев		
4. Уход за посевами		
5. Уборка урожая		
6. Послеуборочная обработка урожая		
ВСЕГО		100

Совершенствование технологий осуществляют путём замены технического средства, снижения затрат оборотных средств, замены одного более затратного агроприёма другим менее затратным, отказа от наименее значимых агроприёмов в самых затратных статьях энергозатрат.

1.7 Энергетическая оценка отдельных технологических приёмов

В практике производства и науке чаще всего технология возделывания изменяется не полностью, а частично по отдельным технологическим приёмам. Принцип метода состоит в оценке энергетической эффективно-

сти дополнительной урожайности, обеспеченней применением нового приёма.

Определяют биоэнергетический коэффициент (r):

$$r = \frac{Q_d}{E_d} \quad (19)$$

где Q_d – выход валовой энергии с дополнительной урожайностью, МДж/га;

E_d – затраты техногенной энергии на проведение нового технологического приёма, МДж/га.

$$Q_d = (Y_{oh} - Y_{ok}) \times \vartheta_0 + (Y_{ph} - Y_{pk}) \times \vartheta_p$$

где Y_{oh} и Y_{ph} – урожайность основной и побочной продукции в новом варианте технологии, кг/га;

Y_{ok} и Y_{pk} – урожайность основной и побочной продукции в старом варианте технологии, кг/га;

ϑ_0 и ϑ_p – энергосодержание основной и побочной продукции, МДж/кг.

$$E_d = E_p + E_k + E_{pd} + E_{kd} \quad (20)$$

где E_p и E_k – прямые и косвенные затраты техногенной энергии на проведение агроприёма, МДж/га;

E_{pd} и E_{kd} – прямые и косвенные затраты техногенной энергии на уборку и обработку дополнительной продукции, МДж/га.

1.8 Оценка экологической безопасности технологий возделывания полевых культур

Принято считать, что при техногенной нагрузке на почву на уровне 15 ГДж/га и более в ней наступают необратимые процессы деградации, поэтому требуются дополнительные меры по её охране.

В связи с этим положением оценку экологической безопасности технологии можно провести по следующему неравенству:

$$E_{op} + E_p + E_y + E_{yx} + E_{yb} < 15 \text{ ГДж/га}$$

где E_{op} – затраты техногенной энергии на обработку почвы, ГДж/га;

E_p – затраты техногенной энергии на проведение посева, ГДж/га;

E_y – затраты техногенной энергии на внесение удобрений, ГДж/га;

E_{yx} – затраты техногенной энергии, связанные с применением пестицидов и их внесением, ГДж/га;

E_{yb} – затраты техногенной энергии на уборку урожая, ГДж/га.

В перечень экологически опасных видов энергозатрат не входят приёмы агротехники, проводимые вне поля (работа в складах, транспортировка, подработка), некоторые оборотные средства, не оказывающие отрицательного влияния на почву (удобрения, семена, поливная вода).

Наиболее экологически опасными являются мероприятия по выращиванию пропашных культур и работы в чистом пару без внесения удобрений.

Контрольные вопросы

- 1. Приведите классификацию затрат техногенной энергии.*
- 2. Опишите этапы проведения энергетического анализа.*
- 3. Как определить затраты энергии в виде оборотных средств производства?*
- 4. Как определить выход валовой энергии с урожаем?*
- 5. Опишите показатели, характеризующие эффективность использования техногенной энергии.*

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елисеев, С.Л. Агронергетическая оценка эффективности приёмов и технологий возделывания полевых культур / С.Л. Елисеев; М-во с.-х. РФ, ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА». – Пермь: «Пермская ГСХА», 2010. – 76 с.
2. Методические указания по энергетической оценке технологий в земледелии / подготовлено А.С. Кащенко. Отделение по НЗ РФ Россельхозакадемии. – С.-Пб. – Пушкин, 1994. – 31 с.
3. Методические указания по энергетической оценке технологий возделывания сельскохозяйственных культур / сост. П.Ф. Сутыгин. – Ижевск: ИжГСХА, 1997. – 37 с.
4. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве. В 2-х томах. ВНИЭСХ. – М.: Агропромиздат, 1990. – 352 с.
5. Типовые нормы выработки и расхода топлива на сельскохозяйственные механизированные работы. В 2-х частях. М-во с.-х. и продовольствия РФ. М.: Роснисагропром, 2002. – 277 с.
6. Типовые нормы выработки на стационарные работы в растениеводстве. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 183 с.
7. Типовые нормы и расценки на конно-ручные сельскохозяйственные работы в сельском хозяйстве. – М., 1982. – 589 с.

ГЛОССАРИЙ

Агрономика – наука, изучающая закономерности накопления и превращения энергии в агрофитоценозах.

Адаптивная технология возделывания – приспособленная (адаптированная) к условиям конкретного хозяйства, микрозоны, агроландшафта – погоде, почвам, рельефу, имеющемуся набору техники и кадров.

Биологизированная технология возделывания – технология, основанная на широком использовании биологических приёмов – многолетних трав в качестве предшественников, сидерации, биопрепаратов в качестве удобрений и для борьбы с вредителями и болезнями.

Биологически чистая продукция – продукция естественного химического состава, свойственного данному виду растения.

Биоэнергетика – наука, изучающая закономерности накопления и превращения энергии в природных процессах с участием живых организмов.

Биоэнергетический коэффициент – отношение энергии, накопленной в урожае, к полным затратам техногенной энергии, затраченной на его выращивание.

Биоэнергетическая проблема – полные затраты техногенной энергии на производство продукции растениеводства и животноводства не компенсируются энергией, содержащейся в конечном продукте.

Зональная технология возделывания – разработанная для почвенно-климатических условий конкретной зоны, где выращивается сельскохозяйственная культура.

Индустриальная технология – предусматривает полную механизацию всех операций при возделывании культур, на которых раньше использовался ручной труд (сахарная свёкла, картофель, кукуруза).

Интенсивная технология – это технология возделывания, которая предполагает управление продуктивностью культуры путём наблюдений и контроля за ростом растений с внесением необходимых поправок (например: по листовой диагностике внесение минеральных подкормок). Эта технология основана на широком использовании средств интенсификации возделывания полевых культур – орошения, удобрений, средств защиты растений.

Косвенные затраты техногенной энергии – затраты энергии на изготовление, хранение, транспортировку средств производства и руды, энергоносителей, расходуемых на изготовление средств производства.

Коэффициент использования совокупной энергии – отношение прироста энергии к совокупным энергетическим затратам выраженное в процентах.

Обменная энергия – часть переваримой энергии корма за вычетом энергии мочи и кишечных газов, усвоенная организмом животного.

Полные затраты техногенной энергии – сумма прямых и косвенных затрат техногенной энергии, включающая энергию живого труда, топлива, электроэнергии, тепла, средств производства.

Прогрессивная технология возделывания – использование новых прогрессивных приёмов возделывания полевых культур – новый сорт, новый способ посева, какое-либо новое сельскохозяйственное орудие.

Прямые затраты техногенной энергии – затраты энергии в виде живого труда, топлива, электроэнергии, тепла.

Ресурсосберегающая технология возделывания – это технология, позволяющая получать высокую урожайность при минимальных затратах. Она направлена на экономию средств, например, за счёт оптимизации нормы высева культуры, дробного применения удобрений, уменьшения норм поливов и т.д.

Себестоимость энергии продукта (урожая) – отношение полных затрат энергии на производство продукта к валовой энергии, содержащейся в этом продукте.

Совокупные затраты энергии – сумма затрат энергии ФАР и полных затрат техногенной энергии на выращивание урожая.

Сортовая технология возделывания – это технология возделывания, которая базируется на особенностях требований конкретного сорта к факторам роста.

Техногенные источники энергии – энергоносители в форме нефти, угля, газа, руды и другие невозобновимые ресурсы.

Технология возделывания полевых культур – комплекс агротехнических приемов, выполняемых в определенной последовательности, направленный на удовлетворение требований биологии культуры и получение высокого урожая заданного качества.

Энергетическая рентабельность – отношение прироста энергии к полным затратам техногенной энергии на выращивание культуры, выраженное в процентах.

Энергетический эквивалент – содержание техногенной энергии в единице материального средства, времени.

Энергоёмкость урожая – отношение полных затрат техногенной энергии на 1 га к величине урожайности культуры.

Энергосберегающая технология – технология, обеспечивающая наименьшие затраты энергии для выполнения технологических приемов без снижения урожая культуры и его качества.

Приложение А

Таблица А.1 - Типовые нормы выработки и расход топлива на механизированные полевые работы

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
<i>Лущение пара, зяби</i>		<i>Глубина, см</i>		
К-701 + ЛДГ-15	1	8 - 10	54	4,1
Т-150 + ЛДГ-15; ППЛ-10-25	1	8 - 10	49	3,3
	1	12 - 14	13	10,2
ДТ-75 + ЛДГ-10; ППЛ-10-25	1	8 - 10	28	3,3
	1	12 - 14	10,5	9,4
МТЗ-80 + ЛДГ-10; ЛДГ-5	1	8 - 10	28	3,0
	1	8 - 10	25,2	3,8
<i>Дискование зяби</i>		<i>Глубина, см</i>		
К-701 + БДТ-10; БДТ-7	1	10 - 12	38	6,5
	1		30	7,7
Т-150 + БДТ-7	1		28	5,7
МТЗ-80 + БДН-3	1		12,5	6,8
ДТ-75М + БДТ-3; ДМ-3,2	1		12	7,3
	1		13,2	6,7
МТЗ-100 + БДТ-3; ДМ-3,2; БДН-3	1		14,4	6,8
	1		15,8	6,4
	1		15,0	6,5
<i>Дискование пласта многолетних трав</i>		<i>Глубина, см</i>		
К-701 + БДТ-10; БДТ-7	1	10 - 12	35	6,6
	1		29	8,1
Т-150 + БДТ-7	1		28	6,0
ДТ-75М + БДТ-3; ДМ-3,2	1		12	7,6
	1		13,2	6,7
МТЗ-100 + БДТ-3; ДМ-3,2	1		14	7,0
	1		15	6,6
<i>Вспашка старопахотных земель</i>		<i>Глубина, см</i>		
K-701 + ПТК-9-35;	1	18 - 20	15,5	17,7
ППО-5-35;	1	20 - 22	15,0	18,8
	1	18 - 20	12,2	19,5
КИHN 1826 ЕТ	1	20 - 22	11,9	19,9
	1	18 - 20	13,0	19,0
	1	20 - 22	12,7	19,5
T-150 + ПЛН-5-35;	1	18 - 20	11,0	15,4
ПЛП-6-35;	1	20 - 22	10,7	16,7
	1	18 - 20	12,2	15,3
ППО-5-55	1	20 - 22	11,9	15,8
	1	18 - 20	11,8	15,0
	1	20 - 22	11,5	15,7

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
ДТ-75М + ПЛН-4-35	1	18 - 20	6,6	15,3
	1	20 - 22	6,4	16,4
МТЗ-100 + ПЛН-4-35; ПНГП-3-35; ПЛН-3-35	1	18 - 20	6,6	15,0
	1	20 - 22	6,4	15,7
	1	18 - 20	6,4	15,8
	1	20 - 22	6,2	16,4
	1	18 - 20	6,0	16,0
	1	20 - 22	5,8	16,8
	1	18 - 20	5,6	17,0
МТЗ-80 + ПЛН-3-35	1	20 - 22	5,3	17,3
		Глубина, см		
К-701 + ПТК-9-35; ППО-5-55	1	18 - 20	14,5	20,5
	1	20 - 22	14,0	21,8
	1	18 - 20	11,2	22,3
	1	20 - 22	10,9	23,0
	1	18 - 20	10,0	18,6
	1	20 - 22	9,7	19,7
	1	18 - 20	11,2	18,0
Т-150 + ПЛН-5-35 ПЛП-6-35; ППО-5-55;	1	20 - 22	10,9	18,9
	1	18 - 20	10,8	17,8
	1	20 - 22	10,5	18,7
	1	18 - 20	5,6	18,0
	1	20 - 22	5,4	19,2
	1	18 - 20	5,2	18,0
	1	20 - 22	5,0	19,0
Безотвальная обработка зяби		Глубина, см		
Т-150 + ПГ-3-5; КПЭ-3,8	1	25 - 30	21	10,5
		14 - 16	25	7,0
ДТ-75М + ПГ-3-100; КПЭ-3,8	1	25 - 30	10	13,6
		14 - 16	21	6,5
Обработка зяби комбинированными агрегатами		Глубина, см		
К-701 + Лидер-4; Лидер-6Н	3	14 - 16	38,0	6,5
	1		20,0	6,8
Т-150К + АПК-6; Лидер-4; Лидер-4,3Н	1	14 - 16	17,1	7,5
	2		25,0	6,0
	1		13,5	11,0
ДТ-75М + АПК-3,9; Лидер-4; Лидер-4,3Н	1	14 - 16	10,8	12,0
			10,0	12,0
			12,5	10,5
Боронование зяби				
К-701 + БЗТС-1	21×2		61	3,0
Т-150К + БЗТС-1	18×2		53	2,7
ДТ-75М + БЗТС-1	9×2		24	2,6

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
<i>Боронование трав, озимых культур</i>				
K-701 + БЗТС-1; БЗСС-1	30		80	2,0
	30		89	2,1
T-150 + БЗТС-1; БЗСС-1	24		70	1,8
	24		76	1,7
ДТ-75М + БЗТС-1; БЗСС-1	18		50	1,5
	18		57	1,4
<i>Предпосевная культивация с боронованием</i>		<i>Глубина, см</i>		
K-701 + КПС-4 + БЗТС-1	4 + 16	6 - 8	54	4,1
		8 - 10	50	4,8
		10 - 12	49	5,0
T-150 + КПС-4 + БЗТС-1	2 + 8	6 - 8	38	3,7
		8 - 10	34	4,6
		10 - 12	33	4,8
ДТ-75М + КПС-4 + БЗТС-1	2 + 8	6 - 8	26	3,4
		8 - 10	23	4,4
		10 - 12	20	4,8
МТЗ-100 + КПС-4 + БЗТС-1	2 + 8	6 - 8	24	3,2
		8 - 10	21	4,3
		10 - 12	18	4,8
МТЗ-100 + КПС-4 + БЗТС-1	1 + 4	6 - 8	22	4,0
		8 - 10	16	4,5
		10 - 12	14	5,1
МТЗ-80 + КПС-4 + БЗТС-1	1 + 4	6 - 8	19	4,1
		8 - 10	14	4,6
		10 - 12	12	5,3
<i>Предпосевная подготовка почвы комбинированными агрегатами</i>		<i>Глубина, см</i>		
ДТ-75М + РВК-3,6; ВИП-5,6	1	8 - 10	13,8	5,9
	1	8 - 10	25,5	3,5
T-150K + РВК-3,6; КФГ-3,6	1	8 - 10	25,0	5,8
	1	8 - 10	15,3	7,2
<i>Прикатывание почвы до посева</i>				
T-150K + ЗККШ-6	5		87	1,4
ДТ-75М + ЗККШ-6	3		60	1,4
МТЗ-80 + ЗККШ-6	2		48	1,6
<i>Снегозадержание</i>				
T-150K + СВУ-2,6	1		45,0	4,0
ДТ-75М + СВУ-2,6	1		39,3	2,6
<i>Внесение извести</i>		<i>Транспортировка до 1 км, доза 6т/га</i>		
T-150K + РУМ-8	1		19,0	4,4
МТЗ-80 + МВУ-6; РУМ-6	1		14,6	3,7
	1		12,2	4,4

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
<i>Внесение минеральных удобрений</i>		<i>Транспортировка до 5 км, доза кг/га</i>		
Т-150К + РУМ-8	1	200	80	1,9
		500	30	3,0
		1000	18	4,5
Т-150К + ТWS-7000	1	200	88,0	1,5
		500	36,0	2,8
		1000	22,0	4,1
МТЗ-80 + РУМ-5	1	200	50	2,5
		500	18	3,0
		1000	11	3,5
МТЗ-80 + МВУ-6	1	200	60	2,1
		500	22	2,6
		1000	13	3,1
МТЗ-80 + СТТ-10	1	200	66,5	1,9
		500	25,0	2,5
		1000	14,6	2,9
МТЗ-80 + ЗАМ-М7/300	1	200	40,0	2,6
		500	20,0	3,2
		1000	10,0	4,8
<i>Внесение органических удобрений</i>		<i>Транспортировка до 1 км, доза 40 т/га</i>		
К-701 + ПРТ-16	1		8	19
Т-150К + ПРТ-10	1		5	23
ДТ-75М + РУН-15Б	1		7	12
МТЗ-80 + РОУ-6	1		2	35
<i>Формирование гряд под посадку картофеля</i>		<i>Глубина, см</i>		
МТЗ-80 + ГФ-1,4	1	14 - 16	2,1	30,0
<i>Подготовка почвы под посадку картофеля, маточников корнеплодов доминированием</i>				
Т-150К + КВФ-4; Zirkon-7/30; HR-400/30	1	14 - 16	8,4	25,0
			13,0	17,0
			15,0	16,0
ДТ-75М + КВС-3	1	14 - 16	6,3	30,0
<i>Посев сплошной</i>		<i>Норма высева, кг/га</i>		
К-701 + С3-3,6	4	15 - 60	55	4,3
		60 - 120	51	4,4
		120 - 180	47	4,5
		180 - 240	43	4,6
		240 - 300	41	4,7

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
Т-150К + С3-3,6	3	15 - 60	49	3,3
		60 - 120	45	3,4
		120 - 180	40,5	3,5
		180 - 240	35,0	3,6
		240 - 300	32,5	3,7
ДТ-75М + С3-3,6	3	15 - 60	37	2,4
		60 - 120	35	2,5
		120 - 180	33	2,6
		180 - 240	31	2,7
		240 - 300	29	2,8
ДТ-75М + С3-3,6	2	15 - 60	30,5	3,1
		60 - 120	29,0	3,0
		120 - 180	27,5	2,9
		180 - 240	26	3,0
		240 - 300	25	3,1
МТЗ-100 + С3-3,6	2	15 - 60	31	2,3
		60 - 120	30	2,4
		120 - 180	29	2,5
		180 - 240	28	2,6
		240 - 300	27	2,7
МТЗ-100 + С3-3,6	1	15 - 60	23	3,1
		60 - 120	22	3,2
		120 - 180	21	3,3
		180 - 240	20	3,4
		240 - 300	19	3,5
МТЗ-80 + С3-3,6	1	15 - 60	22	2,7
		60 - 120	21	2,8
		120 - 180	19,5	2,9
		180 - 240	18,0	3,0
		240 - 300	17,0	3,1
Т-40М + С3-3,6	1	15 - 60	14	3,2
		60 - 120	13,5	3,3
		120 - 180	13	3,4
		180 - 240	12,5	3,4
		240 - 300	12	3,5
Т-150К + СПУ-6	2	15 - 60	49	3,1
		60 - 120	47	3,2
		120-180	45	3,3
		180 - 240	43	3,4
		240 - 300	41	3,5
ДТ-75М + СПУ-6	1	15 - 60	30	2,6
		60 - 120	29	2,7
		120 - 180	28	2,8
		180 - 240	27	2,9
		240 - 300	26	3,0

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
МТЗ-100 + СПУ-6	1	15 - 60	32	2,1
		60 - 120	31	2,2
		120 - 180	30	2,3
		180 - 240	29	2,4
		240 - 300	28	2,5
МТЗ-100 + Rapid1	1	15 - 60	28	2,2
		60 - 120	27	2,3
		120 - 180	26	2,4
		180 - 240	25	2,5
		240 - 300	24	2,6
Посев сплошной комбинированными агрегатами		Норма высева, кг/га		
Т-150К + КА-3,6	1	15 - 60	10	14,3
		60 - 120	9	14,4
		120 - 180	8	14,5
		180 - 240	7	14,6
		240 - 300	6	14,7
ДТ-75М + РВК-3,6 + СЗ-3,6	1	15 - 60	11,0	8,0
		60 - 120	10,5	8,1
		120 - 180	10	8,2
		180 - 240	9,7	8,3
		240 - 300	9,5	8,4
Посев широкорядный		Норма высева, кг/га		
ДТ-75М + CCT-12А	2	-	20	3,8
+ СПЧ-6М	3	15	23	2,6
		30	21,5	2,6
		45	20	2,7
МТЗ-100 + CCT-12А	1	-	12	4,0
+ CO-4,2	1	-	14	3,8
+ СПЧ-6М		15	18	3,4
		30	17	3,3
		45	14	3,2
+ СУПН-6	2	15	19	3,3
		30	17	3,4
		45	16	3,5
+ СУПН-8	1	15	17	3,5
		30	16	3,4
		45	15	3,3
МТЗ-80 + СПЧ-6М	1	15	10	4,7
		30	11	4,8
		45	12	4,9
+ СУПН-6	1	15	12	4,4
		30	11,5	4,5
		45	10	4,6

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
+ СУПН-8	1	15	16	3,4
		30	15	3,5
		45	13	3,6
+ CCT-12А	1	-	10,6	4,2
+ CO-4,2	1	-	12,1	4,0
<i>Посадка картофеля</i>		<i>Норма посадки, т/га</i>		
МТЗ-80 + СН-4б	1	2 - 3	4,6	9,9
		3 - 4	4,3	10,4
МТЗ-80 + КСМ-4	1	2-3	6,3	7,8
		3-4	6,0	8,0
МТЗ-80 + VL 20 KL2	1	2-3	25,0	6,6
		3-4	20,0	6,9
МТЗ-100 + КСМ-4	1	2-3	7,0	7,7
		3-4	6,7	8,0
МТЗ-100 + КСМ-6	1	2-3	10,2	7,0
		3-4	9,9	7,2
МТЗ-100 + JL34Т	1	2-3	30,5	6,0
		3-4	27,5	6,3
<i>Посадка рассады</i>				
МТЗ-80 + МРП-5,4	1	-	3,5	11,5
МТЗ-100 + МРП-5,4	1	-	4,0	11,6
<i>Боронование до всходов</i>				
ДТ-75М + БЗСС-1; ЗОР-0,7; БСО-4А; БИГ-3	18		50	1,8
	30		52	1,8
	4		40	2,0
	2		20	4,0
Т-150К + БЗСС-1; ЗОР-0,7; БСО-4А; БИГ-3; БМШ-15	24		70	2,0
	48		63	2,5
	6		76	1,7
	4		52	2,8
	1		84	1,4
МТЗ-80 + БЗСС-1; ЗОР-0,7; БНС-8,4; БСО-4А; БИГ-3	12		38	1,4
	24		40	1,4
	1		35	1,5
	3		40	1,3
	1		16	2,0
Т-40М + БЗСС-1; ЗОР-0,7; БСО-4А; БИГ-3	9		25	2,4
	16		26	2,4
	2		32	2,2
	1		14	2,6
<i>Боронование по всходам</i>				
ДТ-75М + БЗСС-1; ЗОР-0,7; БСО-4А; БИГ-3	18		43	2,0
	30		44	2,0
	4		32	2,2
	2		14	4,5

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
МТЗ-80 + БЗСС-1; ЗОР-0,7; БНС-8,4; БИГ-3 ; БСО-4А	12		30	1,6
	24		30	1,6
	1		26	1,6
	1		12	2,2
	3		30	1,6
Т-40М + БЗСС-1; + ЗОР-0,7; + БСО-4А; + БИГ-3	9		18	2,0
	16		18	2,0
	1		7	2,7
	1		8	2,7
<i>Прикатывание почвы после посева</i>				
ДТ-75М + ЗККШ-6	3		52,2	1,8
МТЗ-80 + ЗККШ-6	2		39,5	2,3
Т-40 + ЗККШ-6	2		27,0	2,5
<i>Гребнеобразование</i>				
МТЗ-100 + JF-75-4			8,5	18,0
МТЗ-100 + RF-4			7,0	20,0
<i>Междурядные обработки</i>				
МТЗ-100 + КРН-4,2		10-12	14,5	3,8
		6-8	16,0	3,6
МТЗ-100 + КРН-5,6		10-12	18,5	3,7
		6-8	20,0	3,4
МТЗ-100 + КРН-8,4		10-12	28,0	3,5
		6-8	32,0	3,2
МТЗ-80 + КОН-2,8		10-12	9,0	4,5
		6-8	10,5	4,8
МТЗ-80 + КНО-4,2		10-12	10,5	4,9
МТЗ-80 + КРН-4,2		10-12	12,5	3,8
		6-8	14,0	3,6
МТЗ-80 + КРН-5,6		10-12	16,0	4,0
		6-8	18,0	3,4
МТЗ-80 + УМСК-5,4		10-12	11,9	3,5
		6-8	12,6	4,5
МТЗ-80 + ПICA-2,4		-	9,1	5,2
МТЗ-80 + ПICA-5,4		-	14,0	4,1
МТЗ-80+ КФК-2,8		-	6,1	7,5
Т-40М + КОН-2,8		10-12	8,0	3,7
		6-8	8,5	3,6
Т-40М + УСМП-2,8		-	7,7	4,1
<i>Опрыскивание посевов пестицидами</i>				
МТЗ-80 + ОПШ-15; ОП-2000; ОПВ-2000; ОН-400; ОП-1600; I + UJ-300			30	1,2
			80	0,4
			90	0,3
			45	0,7
			70	0,5
			60	1,0

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
Уборка зерновых однофазная		Урожайность, ц/га		
Дон-1500		до 10	17,3	8,9
		10-15	16,0	9,2
		16-20	15,0	9,6
		21-25	13,4	10,7
		26-30	12,0	11,7
		более 30	10,7	12,8
Енисей-1200		до 10	13,0	7,3
		10-15	12,4	7,6
		16-20	11,3	8,4
		21-25	10,4	8,9
		26-30	9,0	9,9
		более 30	8,0	10,8
Нива СК-5		до 10	11,0	7,0
		10-15	10,5	7,5
		16-20	9,7	8,6
		21-25	9,3	9,3
		26-30	8,0	10,8
		более 30	7,0	12,0
Кошение зерновых и зернобобовых в валки		Урожайность, ц/га		
Дон-1500 + ЖВР-10		до 10	43,6	3,3
		11-30	27,8	4,0
		более 30	23,4	4,9
СКД-6 + ЖВР-10		до 10	28,2	2,6
		11-30	22,6	3,1
		более 30	19,0	3,8
СКД-6 + ЖВН-6А		до 10	20,2	3,5
		11-30	16,8	4,1
		более 30	13,6	5,0
СК-5 + ЖВН-6А		до 10	19,7	3,6
		11-30	17,0	4,0
		более 30	15,4	4,5
СКД-6 + ЖРБ-4,2		до 10	11,7	5,5
		11-30	9,0	6,4
		более 30	6,6	8,4
СК-5 + ЖРБ-4,2		до 10	11,4	5,5
		11-30	9,0	6,4
		более 30	6,8	8,1
Кошение семенников трав, корнеплодов в валки		Урожайность, ц/га		
СКД-6 + ЖВН-6		до 2	17,3	3,4
		2-5	14,3	3,7
		6-7	12,8	4,0
		8-10	11,2	4,5
		более 10	9,2	5,3

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
СКД-6 + ЖРБ-4,2		до 2	13,8	4,2
		2-5	12,0	4,7
		6-7	10,7	5,0
		8-10	9,6	5,4
		более 10	8,4	6,0
Уборка семенников клевера однофазным способом		Урожайность, ц/га		
Дон-1500		до 1	18,0	8,6
		1-2	16,9	9,0
		более 2	15,7	9,5
СКД-6		до 1	13,8	7,1
		1-2	12,7	7,5
		более 2	11,7	8,1
СК-5		до 1	11,2	8,9
		1-2	10,4	9,3
		более 2	9,8	9,6
Уборка семенников бобовых, злаковых трав, корнеплодов, масличных культур однофазным способом		Урожайность, ц/га		
Дон-1500		до 2	17,8	8,6
		2-5	15,2	9,7
		более 5	12,3	11,1
СКД-6 «Енисей»		до 2	13,7	7,1
		2-5	11,4	8,1
		более 5	9,0	9,3
СК-5 «Нива»		до 2	13,5	7,3
		2-5	11,0	8,3
		более 5	7,3	11,3
Подбор и обмолот валков зерновых культур		Урожайность, ц/га		
Дон-1500 после жатки ЖВР-10		до 10	29,2	5,7
		10-15	28,0	6,0
		16-20	26,4	6,4
		21-25	23,5	7,7
		26-30	20,4	8,0
		более 30	18,4	8,4
СКД-6 после жатки ЖВН-6		до 10	16,3	6,0
		10-15	15,4	6,3
		16-20	14,6	6,4
		21-25	12,3	7,4
		26-30	10,0	8,8
		более 30	8,8	9,8

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
СК-5 после жатки ЖВН-6		до 10	14,6	5,9
		10-15	13,3	6,4
		16-20	12,2	6,8
		21-25	10,2	8,0
		26-30	8,3	9,8
		более 30	7,4	10,7
Подбор и обмолот валков зернобобовых культур после жатки ЖРБ-4,2		Урожайность, ц/га		
СК-5 «Нива»		до 10	10,8	8,8
		11-15	10,3	9,1
		16-20	9,8	9,4
		21-25	8,6	10,2
		26-30	7,8	10,9
		более 30	7,4	11,4
Дробление ботвы картофеля				
МТЗ-80 + КС-300			16,0	6,0
Уборка картофеля		Урожайность, т/га		
лёгкая почва				
МТЗ-80 + КПК-2		до 15	1,8	39,1
		15-25	1,6	41,0
		более 25	1,5	43,3
МТЗ-80 + СЕ-75-20УБ		до 15	1,9	35,5
		15-25	1,6	38,0
		более 25	1,3	41,6
МТЗ-80 + ККУ-2А		до 15	1,7	42,3
		15-25	1,5	45,0
		более 25	1,3	49,7
МТЗ-80 + КСТ-1,4		до 15	3,0	25,1
		15-25	2,5	28,7
		более 25	2,0	31,1
МТЗ-100 + КПК-3		до 15	3,0	33,8
		15-25	2,6	37,0
		более 25	2,3	40,5
МТЗ-100 + СЕ-150/60		до 15	3,5	20,5
		15-25	3,0	23,5
		более 25	2,5	30,0
МТЗ-100 + КПК-2		до 15	2,3	38,5
		15-25	2,1	40,5
		более 25	2,0	42,9
МТЗ-100 + ККУ-2А		до 15	2,0	41,5
		15-25	1,8	44,0
		более 25	1,6	49,2

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
тяжёлая почва				
МТЗ-80 + КПК-2		до 15	1,4	63,6
		15-25	1,2	66,2
		более 25	1,1	68,8
МТЗ-80 + ККУ-2А		до 15	1,2	64,4
		15-25	1,0	67,4
		более 25	0,8	70,9
МТЗ-80 + КСТ-1,4		до 15	2,2	33,9
		15-25	1,8	36,5
		более 25	1,2	40,2
МТЗ-100 + КПК-3		до 15	2,1	58,2
		15-25	2,2	64,3
		более 25	1,9	66,1
МТЗ-100 + КПК-2		до 15	1,8	68,1
		15-25	1,7	74,2
		более 25	1,6	78,4
МТЗ-100 + ККУ-2А		до 15	1,6	71,5
		15-25	1,4	75,1
		более 25	1,3	80,3
Подбор и обмолот семенников клевера		Урожайность, ц/га		
СКД-6 после жатки ЖВН-6		до 1	16,5	5,9
		1-2	15,0	6,3
		более 2	13,5	6,7
Подбор и обмолот семенников трав, масличных культур, корнеплодов		Урожайность, ц/га		
СКД-6 после жатки ЖРБ-4,2		до 1	11,6	8,4
		1-2	11,0	8,7
		более 2	10,4	9,0
СК-5 после жатки ЖВН-6		до 1	16,0	6,2
		1-2	14,5	6,6
		более 2	12,8	7,2
СК-5 после жатки ЖРБ-4,2		до 1	11,3	8,6
		1-2	10,5	9,0
		более 2	9,8	9,5
СКД-6 после жатки ЖВН-6		до 2	16,0	6,5
		2-5	13,0	7,0
		более 5	11,5	7,6
СКД-6 после жатки ЖРБ-4,2		до 2	11,2	8,5
		2-5	10,3	9,2
		более 5	9,2	9,8
СК-5 после жатки ЖВН-6		до 2	16,0	6,2
		2-5	12,8	7,0
		более 5	10,4	8,4

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
СК-5 после жатки ЖРБ-4,2		до 2	11,2	8,7
		2-5	10,0	9,3
		более 5	8,8	10,2
Уборка корнеплодов сахарной свёклы		Урожайность, т/га		
КС-6		до 15	5,6	18,6
		15-35	5,1	20,6
		более 35	4,6	23,7
Уборка кормовых корнеплодов		Урожайность, т/га		
РКМ-4		до 15	4,9	20,8
		15-35	4,4	22,5
		более 35	4,0	26,5
Уборка ботвы сахарной свёклы		Урожайность, т/га		
МТЗ-80 + БМ-6		до 10	5,6	8,6
		10-15	5,1	9,5
		более 15	4,6	11,7
Уборка ботвы кормовых корнеплодов		Урожайность, т/га		
МТЗ-80 + БМ-4		до 10	5,1	8,8
		10-15	4,6	9,8
		более 15	4,2	11,9
Свалкивание копен соломы		Урожайность, ц/га		
Т-150К + ВНК-11		до 10	44	3,6
		10-20	32	4,4
		более 20	26	5,2
МТЗ-80 + КУН-10		до 10	38	0,7
		10-20	23,5	1,2
		более 20	16,5	1,7
Теребление льна с расстилом ленты				
с очёсом семян				
МТЗ-100 + ЛК-4А			2,4	25,5
МТЗ-80 + ЛК-4А			2,2	25,7
без очёса семян				
МТЗ-100 + ЛК-4А			2,8	23,5
МТЗ-80 + ЛК-4А			2,6	23,2
Ворошение лент льна				
МТЗ-80 + ВЛ-2; ВЛ-3			4,6	9,6
			6,9	6,5
Т-40А + ВЛ-2 ВЛ-3			4,6	5,8
			6,8	3,9
Т-25А + ВЛ-2; ВЛ-3			4,5	3,2
			6,7	2,9

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
Оборачивание лент льна				
Т-40А + ОСН-1			2,0	7,8
Т-25А + ОСН-1			2,0	7,1
Подбор льнотресты с вязкой в снопы				
МТЗ-80 + ПТП-1			3,1	17,7
Т-40А + ПТП-1			2,5	11,6
Т-25А + ПТП-1			2,3	9,9
Подбор снопов льнотресты с погрузкой				
МТЗ-80 + ППС-3			1,6	17,1
Т-40А + ППС-3			1,4	11,0
Подбор льнотресты с вязкой в рулоны				
МТЗ-80 + ПРФ-750			4,5	15,1
Т-40А + ПРФ-750			4,0	9,2
Т-25А + ПРФ-750			3,7	8,4
Подбор льнотресты с очёсом семян и вязкой в рулоны				
МТЗ-80 + ЛПЛ-1,5			6,3	8,5
Скашивание трав без плющения в расстил		Урожайность зелёной массы. ц/га		
МТЗ-80 + КС-Ф-2,1		до 50	8,0	5,1
		50-150	7,3	5,5
		более 150	6,4	5,8
МТЗ-80 + КРН-2,1Ф		до 50	15,0	3,5
		50-150	12,5	4,0
		более 150	10,0	4,3
МТЗ-80 + КДФ-4,0		до 50	14,5	3,6
		50-150	13,0	4,2
		более 150	11,5	4,4
МТЗ-80 + КПФ-6,0		до 50	22,3	2,4
		50-150	20,0	2,8
		более 150	17,7	3,0
Т-40А + КДФ-4,0		до 50	13,5	2,6
		50-150	12,0	3,2
		более 150	10,0	3,1
Т-40А + КПФ-6,0		до 50	19,5	1,8
		50-150	17,1	2,0
		более 150	15,0	2,2
Скашивание трав с плющением		Урожайность зелёной массы. ц/га		
КПС-5Г		до 50	15,6	3,6
		50-150	14,0	4,1
		более 150	11,0	5,0
Е-303		до 50	18,5	3,3
		50-150	13,6	4,1
		более 150	10,7	5,2

Продолжение табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
МТЗ-80 + КПРН-3А		до 50	15,0	3,2
		50-150	14,0	3,7
		более 150	12,0	4,2
Скашивание трав с измельчением		Урожайность зелёной массы, ц/га		
КСК-100А		до 50	13,5	9,0
		50-150	10,0	11,4
		более 150	6,0	16,5
МТЗ-80 + КИР-1,5Б		до 50	4,3	13,7
		50-150	3,6	15,4
		более 150	2,6	21,1
Уборка высокорослых силосных культур с измельчением		Урожайность зелёной массы, ц/га		
КСК-100А		до 100	12,2	9,3
		100-200	10,0	10,3
		201-300	8,2	11,6
		301-400	6,8	13,4
		более 400	6,0	14,6
Е-282		до 100	10,8	9,2
		100-200	6,0	14,0
		201-300	3,8	19,3
		301-400	2,8	25,2
		более 400	2,6	27,9
Дон-680		до 100	15,4	8,4
		100-200	12,6	9,4
		201-300	10,3	10,5
		301-400	8,6	12,2
		более 400	7,6	13,3
Подбор валков сенажной массы с измельчением		Урожайность сенажной массы, ц/га		
КСК-100		до 50	16,3	6,2
		50-100	11,6	7,8
		более 100	7,0	11,6
Е-282		до 50	14,0	7,1
		50-100	10,1	8,8
		более 100	6,5	12,5
Дон-680		до 50	17,2	5,5
		50-100	16,0	6,5
		более 100	12,3	8,3
Ворошение сена		Урожайность сена, ц/га		
МТЗ-80 + ГВК-6А		до 15	25,2	1,0
		15-35	23,0	1,3
		более 35	21,3	1,7

Окончание табл. А.1

Вид работ и состав агрегата	Кол-во машин, шт.	Градация	Сменная норма выработки, га	Расход топлива, кг/га
МТЗ-80 + ГВР-6Б		до 15	49,0	0,5
		15-35	47,0	0,6
		более 35	45,0	0,7
Т-40А + ГВК-6А		до 15	23,1	0,7
		15-35	21,0	1,0
		более 35	19,0	1,4
Т-40А + ГВР-6Б		до 15	40,5	0,4
		15-35	38,5	0,5
		более 35	35,0	0,6
Сгребание сена		Урожайность сена, ц/га		
МТЗ-80 + ГП-Ф-16		до 15	70,6	0,3
		15-35	64,2	0,4
		более 35	58,1	0,5
МТЗ-80 + ГВК-6А		до 15	17,6	1,2
		15-35	18,4	1,3
		более 35	19,4	1,4
МТЗ-80 + ГВР-6Б		до 15	34,3	0,7
		15-35	31,2	0,8
		более 35	28,0	0,9
Т-40А + ГП-Ф-16		до 15	46,7	0,3
		15-35	42,7	0,4
		более 35	39,4	0,5
Т-40А + ГВК-6А		до 15	16,0	0,9
		15-35	16,7	1,0
		более 35	17,6	1,1
Т-40А + ГВР-6Б		до 15	31,2	0,6
		15-35	28,4	0,7
		более 35	24,5	0,8
Копнение сена из валков		Урожайность сена, ц/га		
МТЗ-80 + ПК-1,6А		до 15	15	2,9
		15-35	10	3,8
		более 35	5	4,6
Стогование сена из валков		Урожайность сена, ц/га		
МТЗ-80 + ТП-Ф-45		до 15	16,6	3,2
		15-35	11,2	4,4
		более 35	7,4	6,0
Прессование сена из валков		Урожайность сена, ц/га		
МТЗ-80 + ПР-Ф-750		до 15	15,0	3,7
		15-35	8,8	6,3
		более 35	5,3	10,2

Приложение Б

Таблица Б.1 - Типовые нормы выработки на транспортные работы

Агрегат	Расстояние перевозки, км	Способ погрузки	Класс груза	Сменная норма выработки	Расход топлива на 1 т груза, кг
Т-150 + 1ПТС-9	до 5	механизированный	I	60,1	1,5
			II	48,6	1,8
			III	34,2	2,2
			IV	17,3	2,9
		ручной	I	36,1	1,5
			II	29,2	1,8
			III	20,5	2,2
			IV	10,4	2,9
	до 10	механизированный	I	34,5	2,9
			II	27,7	3,5
			III	18,2	4,2
			IV	11,6	5,6
		ручной	I	21,6	2,9
			II	17,3	3,5
			III	11,8	4,2
			IV	7,3	5,6
МТЗ-80 + 2ПС-4	до 5	механизированный	I	28,5	2,2
			II	22,7	2,7
			III	15,8	3,2
			IV	10,4	3,9
		ручной	I	14,7	2,2
			II	12,4	2,7
			III	9,7	3,2
			IV	6,1	3,9
	до 10	механизированный	I	16,1	4,2
			II	12,9	5,1
			III	9,2	6,2
			IV	6,4	7,6
		ручной	I	10,6	4,2
			II	8,8	5,1
			III	6,7	6,2
			IV	4,3	7,6

Продолжение табл. Б.1

Агрегат	Расстояние перевозки, км	Способ погрузки	Класс груза	Сменная норма выработки	Расход топлива на 1 т груза, кг
ГАЗ (САЗ)-53	до 5	механизированный	I	21,5	0,7
			II	16,4	1,4
			III	12,3	2,4
			IV	9,2	3,9
	до 10	ручной	I	14,3	0,7
			II	11,7	1,4
			III	9,5	2,4
			IV	7,1	3,9
ЗИЛ-554М	до 5	механизированный	I	17,5	1,3
			II	13,5	2,5
			III	9,5	3,2
			IV	7,1	4,5
		ручной	I	11,7	1,3
			II	9,0	2,5
			III	6,9	3,2
			IV	5,3	4,5
	до 10	механизированный	I	33,2	0,5
			II	26,4	1,0
			III	20,3	1,7
			IV	15,6	2,7
		ручной	I	22,1	0,5
			II	18,9	1,0
			III	15,6	1,7
			IV	12,0	2,7
		механизированный	I	26,4	0,8
			II	2003	1,3
			III	15,6	2,0
			IV	12,0	3,3
		ручной	I	17,6	0,8
			II	13,5	1,3
			III	10,4	2,0
			IV	8,0	3,3

Окончание табл. Б.1

Агрегат	Расстояние перевозки, км	Способ погрузки	Класс груза	Сменная норма выработки	Расход топлива на 1 т груза, кг
Камаз 5230	до 5	механизированный	I	43,2	0,3
			II	33,2	0,6
			III	25,6	1,0
			IV	19,7	1,5
		ручной	I	28,8	0,3
			II	22,2	0,6
			III	17,0	1,0
			IV	13,1	1,5
	до 10	механизированный	I	35,2	0,6
			II	27,1	1,0
			III	20,8	1,5
			IV	16,0	2,0
		ручной	I	23,5	0,6
			II	18,0	1,0
			III	13,9	1,5
			IV	10,7	2,0
Подвоз воды в поле					
МТЗ-80 + АПЖ-12	до 5	-	-	26,5	2,3
+ РЖТ-4	до 10	-	-	22,1	2,7
	до 5	-	-	30,2	2,0
	до 10	-	-	23,2	2,5

Класс груза:

- I – зерно, удобрения, картофель, вода;
- II – корнеплоды, прессованное сено и льнотреста;
- III – зелёная силосная или сенажная масса;
- IV – солома рассыпное сено.

Приложение В

Таблица В.1 - Типовые нормы выработки и расхода топлива на стационарные работы в растениеводстве

Вид работ и марка агрегата	Сменная норма выработки т	Расход топлива на 1 т, кг	Суммарная мощность электродвигателей, кВт·ч
Измельчение и погрузка минеральных удобрений			
АИР-20	175	-	30
Смешивание и погрузка минеральных удобрений			
УЗСА-10	140	-	30
УТМ-30	210	-	30
Погрузка минеральных удобрений			
МТЗ-80 + ПЭ-08Б	140	0,14	-
Погрузка органических удобрений			
Т-150 + ПФП-2	560	0,05	-
ДТ-75М + ПФП-1,2	340	0,06	-
Погрузка зерна:			
тяжеловесного			
ПЗ-100	400	-	7,5
ЗПС-100	308	-	10,5
легковесного			
ПЗ-100	260	-	7,5
ЗПС-100	203	-	10,5
Погрузка прессованного сена, льнотресты			
МТЗ-80 + ПЭ-0,8Б	34	2,2	-
Протравливание семян			
тяжеловесных			
ПСБ-100	16	-	2,5
ПС-10А	80	-	5,2
ПСШ-10	40	-	0,5
легковесных			
ПСБ-100	11	-	2,2
ПС-10А	50	-	5,2
ПСШ-10	30	-	0,5
Протравливание клубней картофеля			
ПСК-20	120		6
Погрузка картофеля			
ТЗК-30А	210		11,8
SC-80-9	600		10,5
Сортировка картофеля			
КСП-25	200		65
КСП-15Б	105		6,3
SPUDNIK-990	500		83
RH-1440	350		20
Первичная очистка зернового вороха			
тяжеловесные семена			
МПО-50	350		17,5
OBC-25	175		9,6

Продолжение табл. В.1

Вид работ и марка агрегата	Сменная норма выработки т	Расход топлива на 1 т, кг	Суммарная мощность электродвигателей, кВтч
легковесные семена			
МПО-50	250		17,5
ОВС-25	125		9,6
Вторичная очистка семян зерновых и зернобобовых культур:			
тяжеловесных			
МС-4,5	31,5		7,4
К-531	17,5		3,5
легковесных			
МС-4,5	22,5		7,4
К-531	12,5		3,5
Специальная очистка семян зерновых и зернобобовых культур:			
тяжеловесных			
ПСС-2,5В	17,5		2,5
СПС-5	35,0		3,5
МОС-9	63,0		7,5
легковесных			
ПСС-2,5В	12,5		2,5
СПС-5	25,0		3,5
МОС-9	45,0		7,5
Очистка семян трав, льна, рапса:			
тяжеловесных			
К-590	2,8		2,5
МСМ-0,8	5,6		4,0
легковесных			
К-590	2,0		2,5
МСМ-0,8	3,5		4,0
Очистка и сушка продовольственного и кормового зерна на комплексах:			
тяжеловесное с влажностью 20 %			
КЗС-25	140	6	107
КЗС-50	280	3	157
тяжеловесное с влажностью 30 %			
КЗС-25	70	12	107
КЗС-50	140	6	157
легковесное с влажностью 20 %			
КЗС-25	90	9	107
КЗС-50	180	5	157
легковесное с влажностью 30 %			
КЗС-25	47	18	107
КЗС-50	94	10	157
Очистка и сушка семенного зерна на комплексах:			
тяжеловесное злаковое с влажностью 20 %			
КЗС-25	40	21	107
КЗС-50	80	10,5	157
тяжеловесное злаковое с влажностью 30 %			
КЗС-25	13	64	107

Продолжение табл. В.1

Вид работ и марка агрегата	Сменная норма выработки т	Расход топлива на 1 т, кг	Суммарная мощность электродвигателей, кВЧас
КЗС-50	26	32	157
легковесное злаковое с влажностью 20 %			
КЗС-25	27	32	107
КЗС-50	54	16	157
легковесное злаковое с влажностью 30 %			
КЗС-25	9	93	107
КЗС-50	18	47	157
бобовые, масличные с влажностью 20 %			
КЗС-25	20	42	107
КЗС-50	40	21	157
бобовые, масличные с влажностью 30 %			
КЗС-25	6	140	107
КЗС-50	12	70	157
Сушка продовольственного и кормового зерна:			
тяжеловесное с влажностью 20 %			
СЗСБ-8А	70	12,8	38
СЗШ-16	140	6,0	55
тяжеловесное с влажностью 30 %			
СЗСБ-8А	35	25,0	38
СЗШ-16	70	12,0	55
легковесное с влажностью 20 %			
СЗСБ-8А	47	19,2	38
СЗШ-16	93	9,0	55
легковесное с влажностью 30 %			
СЗСБ-8А	23	38,4	38
СЗШ-16	47	18,0	55
Сушка семенного зерна			
тяжеловесное злаковое с влажностью 20 %			
ТАУ-0,75	15	28	34
СЗШ-16	40	21	55
тяжеловесное злаковое с влажностью 30 %			
ТАУ-0,75	5	84	35
СЗШ-16	13	64	55
легковесное злаковое с влажностью 20 %			
ТАУ-0,75	10	42	34
СЗШ-16	27	32	55
легковесное злаковое с влажностью 30 %			
ТАУ-0,75	3,5	120	34
СЗШ-16	9	93	55
бобовые, масличные с влажностью 20 %			
ТАУ-0,75	7	60	34
СЗШ-16	20	42	55
бобовые, масличные с влажностью 30 %			
ТАУ-0,75	2,5	168	35
СЗШ-16	6,0	140	55

Окончание табл. В.1

приготовление кормов высокотемпературной сушки:			
травяная мука			
АВМ-1,5			
влажность массы, %			
менее 60	12	180	250
61-70	9,5	280	250
71-80	7,0	375	250
более 80	5,3	530	250
гранулы			
АВМ-1,5 + ОГМ-1,5			
влажность массы, %			
менее 60	12	12	330
61-70	9,5	9,5	330
71-80	7,0	7,0	330
более 80	5,3	5,3	330
Скирдование рассыпного сена, соломы			
МТЗ-80 + ПФ-0,75	81,6	0,9	
МТЗ-80 + ПФ-0,5	70,0	1,1	
Разравнивание и трамбование силосной массы			
Т-130	250	0,2	
Разравнивание и трамбование сенажной массы			
Т-130	150	0,4	
Шлифование семян свёклы			
МСШ-1300	5		3,0
Укладка буртов			
SL	800		30,6
LBV	1200		44,0

Приложение Г

Таблица Г.1 - Типовые нормы выработки на конно-ручные работы в растениеводстве

Вид работ	Единица измерения	Сменная норма выработки
Дробление и просеивание минеральных удобрений	т	1,5
Смешивание минеральных удобрений	т	4,0
Затаривание удобрений, зерна, корнеплодов в мешки	т	6,0
Перенос мешков с зерном, удобрениями, корне-клубнеплодов до 10 м	т	15,0
Погрузка мешков с зерном, удобрениями, корне-клубнеплодами в транспортное средство	т	9,0
Загрузка сеялок, сажалок из мешков	т	7,0
Погрузка корнеплодов из вороха	т	5,0
Смешивание семян	т	6,0
Сортопрочистка	га	2,0
Работа скирдоправа	т	9,5
Сортировка картофеля	т	1,5
Подбор картофеля за копалкой	т	1,0
Уборка корнеплодов вручную	га	0,05
Уборка картофеля вручную	га	0,02
Скашивание травы косой	га	0,06
Сгребание сена	га	1,5
Укрытие траншеи плёнкой	м ²	1500
Укрытие траншеи соломой	м ²	200

Приложение Д

Таблица Д.1 - Энергетические эквиваленты 1 часа использования техники и сооружений

Наименование средств производства	Марка	Энергетический потенциал, МДж
Тракторы	Т-130	348,0
	К-701	303,8
	К-700	418,0
	Т-150	169,5
	Т-150К	183,1
	ДТ-75М	174,0
	МТЗ-100	91,1
	МТЗ-80	50,0
	МТЗ-82	54,0
	Т-40А	64,6
Автомобили	Т-25	42,9
	ГАЗ-53А	46,5
	САЗ-53Б	53,6
	ЗИЛ-554М	72,1
Лущильники	КАМАЗ-5320	101,2
	ППЛ-10-25	97,1
	ПЛ-5-25	30,0
	ЛДГ-5	83,2
	ЛДГ-10	196,0
Дисковые бороны и дискаторы	ЛДГ-15	301,2
	БДТ-10	296,0
	БДТ-7	280,0
	БДТ-3	57,6
	БДН-3	55,8
Плуги	ДМ-3,2	100,0
	ПТК-9-35	108,8
	ПЛН-6-35	44,3
	ПЛН-5-35	28,8
	ППО-5-55	99,0
	КИНН	75,0
	ПЛН-4-35	27,7
	ПЛН-3-35	16,0
Орудия для основной безотвальной обработки почвы	ПНГП-3-35	23,1
	ПГ-3-5	40,5
	ПГ-3-100	25,0
Комбинированные агрегаты для основной предпосевной обработки почвы	КПЭ-3,8	58,6
	АПК-3,9	100,0
	АПК-6	245,0
	Лидер 1,8Н	30,0
	Лидер 2,5Н	41,0
	Лидер 4,3Н	70,5
	Лидер 4	98,6
	Лидер 6Н	102,0

Продолжение табл. Д.1

Наименование средств производства	Марка	Энергетический потенциал, МДж
Комбинированные агрегаты для предпосевной обработки почвы	РВК-3,6	100,0
	РВК-5,4	150,0
	ВИП-5,6	85,0
	КФГ-3,6	150,4
Комбинированные агрегаты для подготовки почвы и посева	КА-3,6	300,0
	РВК-3,6 +СЗ-3,6	249,0
Бороны зубовые	БЗТС-1	4,3
	БЗСС-1	3,6
	ЗОР-0,7	1,9
Бороны игольчатые	БИГ-ЗА	112,2
	БМШ-15	310,0
Бороны сетчатые	БИС-8,4	8,4
	БСО-4А	6,0
Катки	ЗККШ-6	187,2
	КБН-3,0	49,5
Сцепки	СП-16	141,0
	СП-11	73,2
	СГ-21	144,0
	С-11У	56,0
Машины для снегозадержания	СВУ-2,6	80,0
Тракторные прицепы	ПТС-2М	19,3
	2ПТС-4М	40,2
	ММЗ-771Б	127,6
	2ПТС-6	49,4
	1ПТС-9	85,0
Машины для внесения извести и минеральных удобрений	РУМ-8	136,0
	РУМ-5	85,3
	МВУ-6	109,1
	СТТ-10	202,2
	TWS-7000	98,3
	ZAM-M7/300	12,5
Машины для внесения органических удобрений	РОУ-6	116,0
	РУН-15Б	124,5
	ПРТ-10	211,8
	ПРТ-16	348,0
Специальные почвообрабатывающие машины для подготовки почвы под картофель и маточники корнеплодов	ГФ-1,4	30,0
	РКБ-300	145,0
	JF-75-4	145,3
	RF-4	122,0
	KBC-3	179,3
	КВФ-4	211,6
	ZIRKON-7/30	155,0
	HR-400/30	161,5

Продолжение табл. Д.1

Наименование средств производства	Марка	Энергетический потенциал, МДж
Сеялки	СЗ-3,6	149,8
	Rapid	70,5
	СПУ-6	130,0
	СПЧ-6М	159,6
	СУПН-6	190,2
	СУПН-8	225,8
	CCT-12A	305,8
	СО-4,2	90,5
Сажалки	СН-4Б	120,0
	KCM-4	254,0
	KCM-6	400,0
	VL 20KLZ	175,0
	JL 34T	283,4
Машины для междурядной обработки пропашных культур и прореживания корнеплодов	КОН-2,8	45,1
	КРН-4,2	69,3
	КНО-4,2	75,5
	КРН-5,6	86,0
	КРН-8,4	129,6
	УСМК-5,4	85,3
	УСМП-5,4	79,4
	ПСА-2,7	49,5
	ПСА-5,4	98,4
	КФК-2,8	103,7
	ОП-2000	83,0
	ОПВ-2000	196,4
Машины для опрыскивания посевов	ОП-1600	74,8
	ОПШ-15	75,6
	ОН-400	45,0
	UJ-300	58,6
	Дон-1500	1580
	СКД-6	1450
Комбайны зерноуборочные	СК-5	1132,5
	ЖВР-10	180,0
	ЖВН-6	110,0
Зерновые жатки	ЖРБ-4,2	112,0
	МРП-5,4	160,5
	КПК-3	806,0
Машины для уборки картофеля	КПК-2	725,0
	ККУ-2А	308,7
	КСТ-1,4	168,0
	SE-150/60	600,2
	SE-75-20 UB	255,0
	PMK-4	813,4
Машины для уборки корнеплодов	КС-6	717,4
	ВНК-11	150,1
Машины для сволакивания копен сена, соломы	КУН-10	105,5

Продолжение табл. Д.1

Наименование средств производства	Марка	Энергетический потенциал, МДж
Ботвоуборочные машины	БМ-4	321,7
	БМ-6	515,3
	KS-300	210,6
Машины для уборки льна-долгуница	ЛК-4А	150,4
	ВЛ-2	25,0
	ВЛ-3	27,5
	ОСН-1	21,3
	ПТС-1	32,0
	ППС-3	56,0
	ЛПЛ-1,5	310,5
Машины для скашивания трав в расстил	КПФ-6,0	155,0
	КС-Ф-2,1	25,1
	КРН-2,1Ф	53,6
	КДФ-4,0	75,3
	КПРН-3	180,6
	КПС-5Г	210,0
	Е-303	180,0
Машины для измельчения массы	КСК-100	1525,2
	Е-282	1230,6
	ДОН-680	1918,6
	КИР-1,5В	280,0
Грабли	ГПФ-Ф-16	211,8
	ГВК-6А	98,1
	ГВР-6Б	152,6
Машины для уборки сена	ПК-1,6А	346,9
	ТП-Ф-45	521,0
	ПР-Ф-750	408,0
Машины для приготовления рабочего раствора и его транспортировки	АПЖ-12	118,8
	РЖТ-4	60,1
Машины для сортировки клубней картофеля	ПСК-20	25,0
	SPUDNIK-990	605,0
	RH-1440	409,5
	КСП-25	905,0
	КСП-15Б	438,0
Погрузчики	ПФ-0,5	47,5
	ПФ-0,75	50,4
	ПФ-0,8Б	115,2
	ПФП-1,2	95,2
	ПФП-2	150,2
	ПЗ-100	68,0
	ЗПС-100	198,3
	САЗ-3502	161,3
	ТЗК-30А	272,8
	SC-80-9	211,6

Окончание табл. Д.1

Наименование средств производства	Марка	Энергетический потенциал, МДж
Машины для дробления, смешивания и погрузки удобренний	АИР-20	220,3
	УЗСА-40	190,4
	УТМ-30	260,5
Протравители семян1	ПСБ-300	75,6
	ПС-10А	78,0
	ПСШ-10	28,3
	ПСК-20	33,0
Машины для очистки зерна и семян	МПО-50	181,4
	ОВС-25	127,1
	МС-4,5	210,5
	К-531	177,1
	ПСС-2,5В	30,0
	СПС-5	63,0
	МОС-9	113,0
	К-590	152,6
	МСМ-0,8	133,2
	СЗСБ-8А	630,3
Машины для сушки зерна и семян	ТАУ-0,75	165,9
	СЗШ-16	1061,5
Комплексы по обработке зерна и семян	КЗС-25	2350
	КЗС-50	3450
Агрегаты для приготовления кормов искусственной сушки	АВМ-1,5	3500
	ОГМ-1,5	130
Машины для шлифования семян	МСШ-1300	152,0
Дождевальные машины	ТДА-100МА	48
	ДДН-100	22
	ДМ-454-100 «Фрегат»	163
	ДКШ-6Н	78

Таблица Е.1 - Энергетические эквиваленты на основные средства производства

Основные средства	Энергетический эквивалент	Единица измерения
Тракторы и самоходные шасси	0,0243	МДж/кг массы
Автомобили грузовые	0,0143	-//-
Погрузочные средства на базе тракторов	0,048	-//-
Погрузочные средства на базе автомобилей	0,046	-//-
Плуги и глубокорыхлители-плоскорезы	0,036	-//-
Лущильники, дисковые бороны, сцепки	0,08	-//-
Орудия для поверхностного рыхления и прикатывания почвы	0,102	-//-
Культиваторы для сплошной и междурядной обработок почвы	0,051	-//-
Машины для внесения минеральных удобрений на базе тракторов, измельчители удобрений	0,071	-//-
Машины для внесения твёрдых органических удобрений	0,032	-//-
Машины для внесения жидких органических удобрений	0,032	-//-
Опрыскиватели тракторные	0,246	-//-
Опыливатели тракторные	0,210	-//-
Сеялки всех типов	0,107	-//-
Комбинированные машины	0,094	-//-
Жатки валковые, подборщики	0,211	-//-
Комбайны зерновые	0,151	-//-
Комбайны силосоуборочные	0,124	-//-
Зерноочистительные и сушильные агрегаты	0,148	-//-
Машины для уборки соломы	0,120	-//-
Косилки-площадки, скирдоукладчики	0,094	-//-
Грабли, волокуши	0,109	-//-
Подборщики сена, соломы, силосовозы, копновозы	0,177	-//-
Комбайны свёклууборочные	0,098	-//-
Свёклопогрузочные и ботвоуборочные машины	0,109	-//-
Картофелесажалки, картофелекопалки, картофелесортировки и транспортёры подборщики	0,194	-//-
Комбайны картофелеуборочные	0,158	-//-
Дождевальные установки самоподвижные	0,033	-//-
Насосные станции	0,038	-//-
Сельскохозяйственная авиация	3500 (с учётом расхода топлива)	МДж/на машину

Приложение Ж

Таблица Ж.1 - Технические характеристики культиваторов для основной обработки почвы

Марка машины	Рабочая ширина захвата, м	Рабочая скорость, км/ч	Максимальная глубина обработки, см	Производительность, га/ч	Расход топлива, кг/га	Затраты труда, чел.-ч/га
Существующие						
КПЭ-3,8	3,8	10	16	2,9	9	0,34
КТС-10-2	10,5	10	15	5,9	12	0,17
КПШ-8	8	12	12	9,5	8	0,10
КПЗ-9,7	10	9,5	14	6,2	12	0,16
КЛ-2,8	2,8	7,5	23	2,0	14	0,50
КПГ-2,2	2,15	8	30	2,5	16	0,40
КПГ-250А	2,1	9	30	1,6	12	0,63
КПШ-1	10	9,5	30	8,5	10	0,12
Перспективные						
КГ-2,5/06	2,6	5...11	60	2	15	0,5
КТС-3,8	3,8	6...12	18	3	10	0,33
КПИР-3,6	3,6	7...12	16	2,5	12	0,4
КНК-4	4,0	до 12	8...17	4,8	-	-
КНК-6	6,0	до 12	8...17	7,2	-	-
АКМ-4	4,0	7,2	8...16	2,87	-	-
АКМ-6	6,0	7,5	8...16	4,3	-	-
КСН-3	3,0	6...12	до 20	3	-	-
КСН-4	4,0	6...12	до 20	4,5	-	-
КСТ-5,5 «Miguel»	5,5	8...15	6...16	4,3...8	-	-
КЛ-1,8	2,0	8...12	16	1,7	8	0,58
КЛ-2,8	2,8	6...10	16	2,2	10	0,45
КГУ-2,8	2,8	6...10	18	2,2	10	0,45
КЛ-5	5,0	7...12	16	4,25	12	0,24
КТ-3,9Г	4,0	6...12	16	3,4	10	0,30
Зарубежные						
«Смарагд 69/400К»3	4	8...16	14	4,1	6	0,24
«Смарагд 9/600К»	6	8...15	16	6,12	8	0,16
«Смарагд 7/300»	3	10...16	12	3,57	6	0,28
«Смарагд 9/400»	4	10...16	14	4,08	6	0,23
«Лемкен KG 403»	4	10...16	14	4,1	6	0,24
«Лемкен KG 603-2»	6	8...14	16	5,1	8	0,20
«Амазоне SG 4002»	4	8...16	14	4,76	6	0,21
«Амазоне SG 6003»	6	8...14	16	6,12	8	0,16

Приложение И

Таблица И.1 - Технические характеристики культиваторов для предпосевной обработки почвы

Марка машины	Ширина захвата, м	Рабочая скорость, км/ч	Глубина обработки. См	Производительность, га/ч	Масса, кг	Тяговый класс трактора
Отечественные						
КПС-4Г	4	До 12	5...12	4,8	1070	1,4...2
КПС-4Г-01	3,9	До 10	5...12	3,9	1210	1,4...2
КПС-4,2	4,2	До 12	До 12	3,5	1060	1,4
КПЭ-3,8Г	3,91	6...9	8...16	2,35...3,52	830	3
КТ-3,9Г	3,91	6...9	8...16	2,35...3,52	1200	3
КШУ-12	12	12	6...12	10...14,4	3330	2,3
КПСН (П)-4	4	8...10	6...12	3	1050	1,4
АКВ-4	4,3	8...10	6...15	4,2	3500	3
АП-6	6	8...10	До 16	5,4	3200	3
АКШ-3,6М	3,6	9	5...8	2,8...3,3	2000	1,4...2
КПГ-8	8	6...12	6...12	4,8...9,6	2250	3
КСПС-4Г	4	До 12	5...12	4,8	1078	1,4
КСПС-6Г	6	До 12	5...12	7,2	1500	2
КБМ-15	15	9...12	4...12	15	4800	2...3
КБМ-4,2	4,2	9...12	4...12	5	700	1,4...2
Зарубежные						
«Smarac D»	4	6,3...10, 2	4...16	3...4	1380	3
«Синхрожерм»	4	8,3	4...12	3	4200	3
«Компактор»	6	7,6	4...12	46	4500	3
«Rumptsta «	3	8...10	До 10	2	610	1,4

Приложение К

Таблица К.1 - Технические характеристики посевных агрегатов

Марка машины	Производительность, га/ч	Масса, кг	Тяговый класс трактора
СЗ-3,6	4,3	760	1,4
ППМ «Обь-4-3Т»	1,8...2,9	1900	3
АКПП-3,6М	3,6	2400	3
2С3РС-2,1	3,8	3000	3
СЗП-3,6А-0,2Б	3,6	1807	3
АУП-18	4	3160	3
КСБМ-12,6С	12	3528	3
АТД-11,35	10,9	9650	5
ПК-4,2 «Кузбасс»	4,6	3700	3
«Виктория»	4,1	4308	3
СС-6 (аналог «Кейс»)	6,5	6000	3
«Кулон-8»	9	8700	2; 3
СТС-6	4,2...6,15	4450	3
СК-3,6А	3,6	2400	3

Приложение Л

Таблица Л.1 - Энергетические эквиваленты посевного и посадочного материалов, 1 кг

Культура	Энергетический эквивалент, МДж
Рожь озимая	35,1
Пшеница озимая	34,4
Пшеница яровая	34,8
Ячмень	34,4
Овёс	35,8
Горох	37,0
Вика	44,0
Люпин	58,3
Кукуруза	79,0
Гречиха	62,0
Просо	44,1
Картофель	6,7
Свёкла сахарная (кормовая)	54,6
Турнепс, брюква	18,7
Подсолнечник	34,9
Рапс	15,9
Лён	140,0
Клевер луговой	120,0
Клевер ползучий	191,0
Козлятник восточный	15,5
Люцерна посевная	80,0
Эспарцет	44,0
Райграс однолетний	21,0
Райграс пастищный	43,0
Овсяница красная	82,0
Овсяница луговая	93,0
Мятлик луговой	102,0
Тимофеевка луговая	102,0
Ежа сборная	117,0
Кострец безостый	133,0
Овощные культуры (в целом)	187,0

Таблица М.1 - Энергетические эквиваленты пестицидов

Вид пестицида, агрегатное состояние	Энергетический эквивалент, МДж	
	1 кг д.в.	1 кг ф.в.
ГЕРБИЦИДЫ		
Масляно-водная эмульсия (ЭМВ), Масляная суспензия (МС)	419,6	-
Пума Супер, 14 % ЭМВ	-	58,7
Гранулы (Г), сухая текучая суспензия (СТС)	367,7	-
Гранстар, 75 % СТС	-	275,8
Титус, 5 % СТС	-	18,4
Секатор, 20 % ВДГ	-	73,5
Смачивающийся порошок (СП)	263,6	-
Кортес, 75 % СП	-	197,7
Водный концентрат (ВК), концентрат эмульсии (КЭ)	245,0	-
Чистолан, 40 % КЭ	-	98,0
Агритокс, 50 % ВК	-	122,5
Фюзилад Супер, 12,5 % КЭ	-	30,6
Водный раствор (ВР)	200,0	-
2,4 Д, 70 % ВР	-	140,0
Базагран, 48 % ВР	-	96,0
Раундап, 45 % ВР	-	90,0
ИНСЕКТИЦИДЫ		
Масляно-водная эмульсия (ЭМВ), масляная суспензия (МС)	365,0	-
Дуст (Д), гранулы (Г), таблетки (Т)	312,1	-
Актара, 25 % ВГ	-	78,0
Смачивающийся порошок (СП), растворимый порошок (РП)	230,5	-
Водный концентрат (ВК), концентрат эмульсии (КЭ)	215,4	-
Децис, 2,5 % КЭ	-	5,4
Би-58 новый, 40 % КЭ	-	86,2
Каратэ, 5 % КЭ	-	10,8
Водная эмульсия (ВЭ)	185,0	-
ФУНГИЦИДЫ		
Текучая паста (ТПС), гранулы (ВГ)	216,7	-
Смачивающийся порошок (СП)	116,6	-
Фундазол, 50 % СП	-	58,3
ТМТД, 80 % СП	-	93,3
Водный концентрат (ВК), концентрат суспензии (КС), концентрат эмульсии (КЭ)	98,2	-
Колфуго Супер, 20 % КС	-	19,6
ТИЛТ, 25 % КЭ	-	24,6
Водный раствор (ВР), водная суспензия (ВС)	85,3	-

Окончание табл. М.1

Вид пестицида, агрегатное состояние	Энергетический эквивалент, МДж	
	1 кг д.в.	1 кг ф.в.
РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА		
Гранулы (ВГ), таблетки (Т), текучая паста (ТПС)	328,0	-
Альбит, 40 % ТПС	-	131,2
Смачивающийся порошок (СП), растворимый порошок (РП)	264,0	-
Крезацин, 95 % РП	-	250,8
Концентрат эмульсии (КЭ)	220,0	-
Иммуноцитофит, 0,5 % КЭ	-	1,1
Водный раствор (ВР), водная эмульсия (ВЭ)	165,0	-
Новосил, 10 % ВЭ	-	16,5
Антивылегач, 60 % ВР	-	99,0

Приложение Н

Таблица Н.1 - Энергетические эквиваленты удобрений, 1 кг

Вид удобрения	Энергетический эквивалент, МДж
Минеральные удобрения	
Азотные, 1 кг д.в.	86,6
Аммиачная селитра	30,0
Мочевина	39,9
Фосфорные, 1 кг д.в.	12,6
Суперфосфат простой	2,5
Суперфосфат двойной	5,8
Фосфоритная мука	2,4
Калийные, 1 кг д.в.	8,3
Хлористый калий	5,0
Сульфат калия	4,0
Комплексные, 1 кг д.в.	51,5
Нитрофоска (12:12:12)	18,5
Азофоска (16:16:16)	24,7
Нитроаммофоска (17:17:17)	18,5
Диаммофоска (11:19:19)	25,2
Бактериальные	60,0
Микроудобрения	180,0
Известь	1,3
Органические удобрения	
Навоз	0,42
Торф	3,5
Компост	1,7
Торфо-минеральное удобрение	6,7

Таблица П.1 - Биохимический состав растениеводческой продукции при стандартной влажности, %

Продукция, культура	Сырой белок	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Сырая зола	Вода
Клевер луговой:						
бутонизация	3,5	0,7	3,5	7,0	1,3	84
цветение	3,7	0,9	4,5	10,2	1,7	79
Люцерна посевная:						
бутонизация	4,4	0,4	4,4	5,4	1,4	84
цветение	5,0	0,5	6,3	9,2	2,0	77
Козлятник восточный:						
бутонизация	4,0	0,5	5,3	5,0	1,2	86
цветение	4,6	0,8	5,6	10,0	2,0	77
Многолетние злаковые травы:						
трубкование (3-й укос)	2,4	0,3	5,7	8,1	1,8	80
вымётывание (1, 2 укос)	2,6	0,6	7,8	11,8	2,2	75
цветение	2,7	0,9	9,5	14,4	2,5	70
Клевер + тимофеевка	3,1	0,4	6,0	11,5	2,0	77
Люцерна + кострец	3,7	0,8	7,4	9,9	2,2	76
Козлятник + кострец	3,3	0,7	7,5	10,5	2,0	76
Кукуруза:						
листостеб. Масса	1,4	0,4	3,2	7,8	1,2	86
молочно-восковая спелость	2,5	1,1	6,8	10,0	1,6	78
Озимая рожь:						
трубкование	2,7	0,7	6,4	8,5	1,7	80
вымётывание	3,2	0,8	8,1	10,8	2,1	75
Вика+овёс:						
бутонизация	2,5	0,6	4,4	5,6	1,6	85
цветение	3,0	0,8	6,0	9,4	1,8	79
плодообразование	3,2	0,9	7,0	10,9	2,0	79
Горох+овёс:						
бутонизация	2,2	0,4	2,6	4,0	0,8	90
цветение	2,8	0,6	5,0	8,0	1,6	82
плодообразование	3,0	0,7	5,6	9,0	1,7	80
Рапс яровой	3,0	0,4	2,8	5,5	1,3	87
Подсолнечник	1,6	0,5	4,1	7,1	1,7	85
Ботва корнеплодов	1,9	0,1	3,4	5,6	1,0	88
Ботва картофеля	3,0	0,9	5,9	8,4	1,8	80
Сено:						
клеверное	13,3	2,1	24,7	35,3	7,6	17
злаковое	7,5	2,2	29,5	37,8	6,0	17
клевер+тимофеевка	8,2	2,2	29,4	36,2	7,0	17
Силос:						
кукурузный:						
листостебельная масса	1,3	0,6	4,5	6,7	0,9	86
молочно-восковая спелость	2,7	0,8	7,6	12,9	1,0	75
однолетние травы	2,6	0,7	6,2	10,0	1,5	79

Продолжение табл. П.1

Продукция, культура	Сырой белок	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Сырая зола	Вода
Сенаж:						
из злаковых трав	5,1	1,9	16,0	23,2	3,8	50
из бобовых трав	7,2	2,3	16,7	19,6	4,2	50
из бобово-злаковых травосмесей	6,0	2,0	16,4	22,2	3,4	50
Травяная мука:						
из злаковых трав	16,0	3,6	22,0	38,4	10,0	10
из бобовых трав	23,0	2,8	23,4	30,6	11,2	10
из бобово-злаковых травосмесей	18,4	3,2	22,8	35,1	10,5	10
Корнеплоды:						
Свёкла кормовая	1,3	0,5	0,9	8,6	0,7	88
Свёкла сахарная	1,6	0,1	1,2	19,2	0,9	77
Турнепс	1,0	0,3	1,3	6,8	0,6	90
Морковь	0,9	0,2	1,0	9,0	0,9	88
Брюква	1,5	0,3	1,0	7,6	1,5	88
Картофель	2,0	0,3	1,0	20,7	1,0	75
Льнопродукция:						
соломка	2,0	3,5	69,0	5,0	1,5	19
треста	1,0	3,5	72,1	3,0	1,4	19
волокно	0,2	2,3	86,3	6,2	0,7	4
семена	23,0	40,0	9,0	17,0	3,0	8
Зерно, семена:						
Пшеница	16,2	2,0	2,0	64,1	1,7	14
Рожь	12,0	2,0	2,0	68,1	1,9	14
Ячмень	12,0	2,0	4,0	65,5	2,5	14
Овёс	11,0	4,5	9,5	58,0	3,0	14
Кукуруза	10,0	4,0	2,0	68,5	1,5	14
Просо	11,0	3,5	9,5	58,5	3,5	14
Гречиха	12,0	2,2	10,2	59,6	2,0	14
Горох	22,0	1,5	4,5	55,5	2,5	14
Вика	25,8	1,3	5,0	50,1	3,8	14
Люпин	36,0	3,8	5,5	37,5	3,2	14
Соя	31,8	15,0	6,2	28,5	4,5	14
Бобы	26,4	1,2	6,7	47,4	4,3	14
Рапс	21	42	4	18	3	12
Клевер	30	1,5	6,5	43	5,0	14
Козлятник	30	1,5	6	44	4,5	14
Злаковые травы	10	3	16	52	5	14
Солома:						
пшеница	4,4	1,5	34,2	38,0	6,9	15
ржань	3,8	1,5	37,2	39,4	3,1	15
ячмень	4,6	1,8	33,6	39,3	5,7	15
овёс	4,0	1,9	34,2	39,1	5,8	15
кукуруза	6,0	2,0	29,6	40,9	6,5	15
просо	6,8	2,0	27,8	41,6	6,8	15
Гречиха	5,0	1,8	34,0	37,8	6,4	15
Горох	6,5	2,4	38,5	31,4	5,2	15
Вика	5,6	1,9	35,3	34,4	6,8	15

Окончание табл. П.1

Продукция, культура	Сырой белок	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Сырая зола	Вода
Люпин	5,5	2,5	37,4	35,6	4,0	15
Соя	5,7	2,0	38,8	34,4	4,1	15
Бобы	5,5	2,0	38,5	34,0	5,0	15
Рапс	6,2	2,5	29,7	39,0	7,6	15
Бобовые травы	5,9	2,2	41,8	31,0	3,1	15
Злаковые травы	4,0	2,0	33,2	30,7	6,5	15

Приложение Р

Таблица Р.1 - Отношение основной и побочной продукции

Культура	Соотношение
Рожь озимая	1 : 1,8
Пшеница озимая	1 : 1,4
Пшеница яровая	1 : 1,2
Ячмень	1 : 1,2
Овёс	1 : 1,4
Вика, горох	1 : 1,2
Люпин	1 : 2
Просо	1 : 1,8
Гречиха	1 : 1,5
Картофель	1 : 2
Свёкла	1 : 0,5
Турнепс	1 : 0,2
Рапс на семена	1 : 2
Лён долгунец на семена (солома : семена)	1 : 0,14
Клевер луговой на семена	1 : 30
Козлятник восточный на семена	1 : 6
Многолетние злаковые травы на семена	1 : 3

Приложение С

Таблица С.1 - Коэффициент перевода продукции в сухое вещество и энергетический эквивалент 1 кг основной продукции

Культура	Коэффициент перевода продукции в сухое вещество	Содержание общей энергии в основной продукции, МДж/кг	
		в сухом веществе	в урожае (в натуре)
Зерно			
Рожь озимая	0,86	19,49	16,76
Пшеница озимая	0,86	19,13	16,45
Пшеница яровая	0,86	19,31	16,61
Ячмень	0,86	19,13	16,45
Овёс	0,86	18,80	16,17
Гречиха	0,86	19,38	16,67
Горох	0,86	20,57	17,69
Лён-долгунец:			
волокно	0,89	20,24	18,01
семена	0,88	23,50	20,68
Корнеклубнеплоды			
Сахарная свёкла	0,25	18,26	4,56
Кормовая свёкла	0,13	16,39	2,13
Морковь	0,13	16,39	2,13
Брюква	0,12	16,39	1,97
Турнепс	0,09	16,39	1,48
Картофель	0,20	18,29	3,66
Зелёная масса			
Кукуруза	0,25	16,39	4,10
Подсолнечник	0,25	16,80	4,20
Сено			
Многолетние травы	0,83	18,91	15,70
Однолетние травы	0,83	16,39	13,60
Лугопастбищные травы	0,83	16,19	13,44

Приложение Т

Таблица Т.1 - Вводная и технологическая части технологической карты возделывания культуры

Хозяйство _____	Производство продукции		
Культура _____	Продукция	Планируемая урожайность, т/га	Валовой сбор, т
Сорт _____	Основная		
Площадь _____ га	Побочная		
Предшественник _____			
Норма высева _____ кг/га			

Номер работы	Объём работ		Сроки		Требования к качеству выполнения работ	Состав агрегата		Кол-во человек для выполнения нормы		Норма выработки		Затраты труда на 100 га, час	
	единица изме- мере-ре-ния	в физиче- ском выра-раже- нии	агро- тех-ниче- ские	календар-ные (дека- да, месяц)		марка трактора	С.-х. маши-ши-ны, орудия	трактори- стов- машини- стов	рабо- чих на руч-ных рабо- тах	За 7 час	За 1 час.	трактори- стов- машини- стов	рабо- чих на руч-ных рабо- тах
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Продолжение табл. Т.1

Номер работы	Затраты энергии на 100 га, МДж			Энергетический эквивалент 1 часа работы, МДж			Затра- ты энер- гии с.-х. тех- никой на 100 га, МДж	ГСМ, кг	За-траты энер- гии ГСМ, МДж	Затраты электро-энергии на 100 га		Затраты энергии на 100 га, МДж				
	трак- тори- стов- ма- шини- стов	рабо- чих на руч-ных рабо- тах	все- го	трак- тора	маши-ши-ны, орудия	всего				на ед. изм.	на 100 га	кВт	МДж	удобрений	органиче- ских	мине- ральных
1	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИЁМОВ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Учебное пособие
для студентов, обучающихся по направлениям подготовки
«Агрономия», «Агрохимия и агропочвоведение»,
аспирантов направления подготовки «Сельское хозяйство»

Составители:

Вафина Эльмира Фатхулловна
Сутыгин Павел Федорович

Технический редактор Е.Ф. Николаева

Подписано в печать «__» _____ 2016 г.

Гарнитура Times New Roman

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 3,66. Уч.-изд. л. 2,74

Тираж 50 экз. Заказ № ____

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11