

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

Государственное научное учреждение Всероссийский
научно-исследовательский институт агрохимии

им. Д.Н. Прянишникова

(ГНУ ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова)

ФГОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия»
(БГСХА)

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭКВИВАЛЕНТА
СОЛОМЕННОГО ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЭКВИВАЛЕНТОВ КОМПОНЕНТОВ ЗАТРАТ**

Брянск 2009

УДК 633.581.1:636.083.14:631.862.1

ББК 42.1:45.4:40

М 54

Методика определения энергетического эквивалента соломенного подстилочного навоза в зависимости от энергетических эквивалентов компонентов затрат. Брянск. Издательство Брянской ГСХА, 2009.- 58 с.

*Авторский коллектив: доктор с.-х. наук Н.И. Цимбалист, академик РАСХН **В.Ф. Ладонин**, канд. с.-х. наук А.Н. Чернышев, старший научный сотрудник С.В. Трушкин, В.А. Бузько, доктор с.-х. наук А.М. Алиев, доктор с.-х. наук Н.М. Белоус, доктор с.-х. наук В.Ф. Шаповалов, канд. с.-х. наук М.И. Никифоров, доктор техн. наук В.А. Шмонин, канд. биол. наук В.В. Талызин, научный сотрудник С.Н. Цимбалист.*

Под редакцией академика РАСХН В.Г. Сычева

Рецензент: зав. лабораторией ГНУ ВНИПТИОУ Россельхозакадемии В.В. Рябков.

Рекомендовано к изданию на заседании Ученого совета ГНУ ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, протокол №7 от 27 ноября 2008 года.

© Брянская ГСХА, 2009

© Коллектив авторов, 2009

Методика разработана Государственным научным учреждением Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н.Прянишникова Россельхозакадемии (ВНИИА) с его опытными станциями ЦОС ВНИИА и НГСОС ВНИИА совместно с Государственным научным учреждением Брянская Государственная сельскохозяйственная академия (БГСХА), Государственным научным учреждением Московский Государственный агроинженерный университет (МГАУ) и Государственным техническим университетом (МАИ). Рассмотрена и одобрена ученым советом Государственного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова Россельхозакадемии (ВНИИА) 27 ноября 2008 г. (протокол № 7).

Методика предназначена для специалистов агропромышленного комплекса (агрохимслужбы, технологов и специалистов многоукладного сельского хозяйства), занимающихся производством и применением органических удобрений; студентов, аспирантов сельскохозяйственных вузов и слушателей ФПК. Она дает возможность объективно оценить энергетический эквивалент подстилочного соломенного навоза по существующим энергетическим эквивалентам энергоресурсов и степени разложения навоза, а также вклад паритетных взаимоотношений отраслей животноводства и растениеводства в сельскохозяйственном производстве.

Распределение энергозатрат по годам на производство и хранение подстилочного навоза увязано с коэффициентами использования основных питательных веществ (N, P, K) по их действию на сельскохозяйственные культуры и технологиями их возделывания. Показана возможность проведения машинных экспериментов с помощью программирования в электронных таблицах.

ВВЕДЕНИЕ

Решение ряда проблем, знание которых поможет в дальнейшем приблизиться к реальной оценке энергетической эффективности как целых технологий возделывания сельскохозяйственных культур, так и отдельных технологических циклов и их компонентов, настоятельно требует междисциплинарного подхода в исследованиях. Подобная необходимость возникает и при определении энергетического эквивалента подстилочного навоза, значения которого по отечественным методикам стабильны и составляют 400 [3, 9-10] и 420 МДж/т [1, 5-6, 9, 11, 13]. Новиков Ю.Ф. и др. [16] энергетический эквивалент N, содержащийся в плотном навозе крупного рогатого скота при влажности 85%, оценивают в 605,8 МДж/т, а Стадник Б.Г., Марченко Н.М., Личман Г.И. и др. [12] энергетический эквивалент сухого вещества бесподстилочного навоза – тоже 610 МДж/т. Новоселов и др. [17] оценивают энергетические эквиваленты навоза в зависимости от его влажности: при 80% - 420, при 70% - 630, при 60% - 840 и на сухое вещество - 2100 МДж/т. Исключение составляет энергетический эквивалент сырого навоза - 1600 МДж/т [15].

Энергетический эквивалент соломенного навоза по ВНИПТИОУ [8] при производстве его по различным технологиям равен МДж/т:

- на выгульных и выгульно-кормовых дворах 460;
- в групповых секциях с глубокой подстилкой 494;
- в стойлах с распределением подстилки переоборудованным кормораздатчиком 553;
- в подпольных навозохранилищах 845.

Как известно, обычно рассматривают 4 стадии разложения подстилочного навоза: свежий (слаборазложившийся); полуперепревший с потерей 15-30% своей первоначальной массы; перепревший – с потерей 50% массы и перегной - с потерей 70-80% первоначальной массы. Влажность указанных видов навоза не приводится [14]. По данным Фарафоновой [21] влажность полуперепревшего и перепревшего навоза отличается слабо - всего на 1-3%, а в некоторые годы

она даже совпадает. Таким образом, затраты зависят от способа и срока хранения (использования хранилища или площадки для хранения) и количества перемешиваний бурта (аэрации), а не от процентного содержания влаги в конечном продукте. Процентное содержание влаги и температура влияют на скорость и степень разложения навоза. Обычно рекомендуют для использования под полевые сельскохозяйственные культуры полуперепревший навоз.

Результаты:

Вариация поправочных коэффициентов на потери органического вещества при классическом хранении по данным ВИУА и НИУИФ в зависимости от способов его хранения: холодный (плотный), горячепрессованный и горячий (рыхлый) представлена в табл.1 и составляет через 4 месяца хранения 0,878; 0,754 и 0,674 соответственно [19]. Естественно, что при последующем хранении поправочные коэффициенты должны изменяться в зависимости от способов хранения навоза (плотный, горячепрессованный и рыхлый, которые были в первые 4 месяца хранения). Через 8 месяцев поправочные коэффициенты при различном сочетании способов хранения навоза составят 0,592-0,662-0,771; 0,508-0,569-0,662 и 0,454-0,508-0,592, а через 12 месяцев – 0,399-0,499-0,677; 0,343-0,429-0,581 и 0,306-0,383-0,520 соответственно. Разумеется, что поправочные коэффициенты могут иметь и другие значения, чем представленные в табл. 1, находясь в интервале 0,306-0,878. Почти такие же потери массы органического вещества навоза при рыхлом способе хранения в зависимости от сроков по данным ВИУА приведены Васильевым и Филипповой [4]: 25-30, 35-40 и 50-60% при 2, 4 и 6-8 месяцах соответственно, что в виде поправочных коэффициентов было бы равно 0,70-0,75; 0,60-0,65 и 0,40-0,50. Представленные данные (табл. 1), по нашему мнению, неплохо согласуются с потерями первоначальной массы и такого же количества органического вещества в подстилочном навозе в зависимости от стадии его разложения, которые составляют для полуперепревшего навоза 15-30% [14], 10-30% [4, 19]; перепревшего - 50% [4, 14, 19] и перегноя 70-80% [14], до 75% - [4, 19], что соответствует коэффициентам 0,85-0,70; 0,50 и 0,30-0,20 в первом случае; 0,90-0,70; 0,50 и 0,25 - во втором.

Технологический процесс производства подстилочного навоза по классической технологии и в реальных условиях включает следующие операции: погрузку соломы с измельчением из скирды, ее перевозку и задвигание в кошары и расстил, подготовку площадки производства навоза, удаление навозной жижи за пределы помещения, откидывание навоза от кормушек, удаление навоза за пределы кошары, погрузку навоза, его транспортировку, формирование бурта,

укрытие бурта соломой и его аэрацию. В реальных условиях НГСООС (Новозыбковская государственная сельскохозяйственная опытная станция ВНИИА) измельчение соломы, укрытие бурта соломой и его аэрацию (перебивку) бурта не проводили. В условиях учхоза «Кокино» проводили одну перебивку бурта, по классической технологии – две. Иногда по классической технологии проводят три перебивки бурта.

Таблица 1 - Поправочные коэффициенты при классическом хранении подстилочного соломенного навоза

Способ хранения	4 месяца по ВИУА и НИУИФ	Срок хранения			
		8 месяцев	12 месяцев		
		при потерях, %			
		12,2	после 8 месяцев		
		24,6	12,2	24,6	32,6
Плотный	0,878	0,771	0,677	0,581	0,520
		0,662	0,581	0,499	0,446
		0,592	0,520	0,446	0,399
Горяче-прессованный	0,754	0,662	0,581	0,499	0,446
		0,569	0,499	0,429	0,383
		0,508	0,446	0,383	0,343
Рыхлый	0,674	0,592	0,520	0,446	0,399
		0,508	0,446	0,383	0,343
		0,454	0,399	0,343	0,306

Для расчета энергозатрат указанных операций воспользуемся алгоритмом аналогично [8-9, 12] по общепринятой формуле (1), в которой вместо E_{oi} используется E_c .

$$E = \sum_{i=1}^{i=n} E_i = \sum_{i=1}^{i=n} E_{pi} + E_c + (E_{ji} + E_{ti} + E_{mi} + E_{ci}) / W_{\alpha i}, \quad (1)$$

где i - технологическая операция, выполняемая в последовательности, предусмотренной технологической картой, например, погрузка соломы с измельчением из скирды соответствует $i=1$.

E_i - энергетические затраты i -го технологического процесса на единицу массы, МДж/т;

$E_{пi}$ - затраты прямой энергии, выраженной расходом топлива, электро-энергии, МДж/т;

$E_{с}$ - затраты антропогенной энергии на производство соломы, МДж/т;

$E_{жi}$ - энергетические затраты живого труда, МДж/ч;

$E_{тi}$ - энергоемкость энергетических средств (трактора, самоходного комбайна) на единицу времени работы агрегата, МДж/ч;

$E_{мi}$, $E_{сi}$ - энергоемкость машин, сцепок в единицу сменного времени, МДж/ч;

$W_{эi}$ – эксплуатационная производительность агрегата, т/ч, м²/ч.

$$E_{пi} = N_{тi}(\alpha_{тi} + f_{тi}) + N_{эi} + K_{эi}(1 + f_{эi}), \quad (2)$$

где $N_{тi}$ - расход топлива на единицу массы, кг/т;

$\alpha_{тi}$ - теплосодержание 1 кг топлива, МДж/кг;

$f_{тi}$ - коэффициент, учитывающий дополнительные энергозатраты на производство 1 кг топлива, МДж/кг;

$N_{эi}$ - расход электрической энергии на единицу массы, кВт-ч/т;

$K_{эi}$ - переводной коэффициент, учитывающий КПД электростанций;

$f_{эi}$ - коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии на производство 1 кВт-ч.

$$E_{с} = \alpha_{с} \cdot N_{с}, \quad (3)$$

где $\alpha_{с}$ - затраты энергии на производство единицы массы соломы, МДж/т;

$N_{с}$ – норма внесения соломы на единицу массы навоза, т/т.

$$E_{тi} = \frac{\Delta_{тi}}{100} [\alpha_{тi} / T_{нтi} + (\alpha_{ткi} + \alpha_{ттi}) / T_{зтi}], \quad (4)$$

где $\Delta_{тi}$ - общая энергоемкость техники, МДж;

$\alpha_{тi}$ - отчисления на реновацию (полное восстановление) техники, %;

$T_{нтi}$ - нормативная годовая загрузка техники исчисляется по количеству рабочих дней, необходимых для выполнения технологических операций, для определенной марки трактора или сельхозмашины, ч;

$\alpha_{ткi}$, $\alpha_{ттi}$ - отчисления на капитальный и текущий ремонты, %;

$T_{зтi}$ - зональная годовая нагрузка, ч.

$$Эт_i = \alpha t_i \cdot M t_i, \quad (5)$$

где αt_i - энергетический эквивалент техники (трактора, самоходного комбайна, сельскохозяйственной машины), МДж/кг;

$M t_i$ – масса технического средства, кг.

$$W_{эi} = N_{смi} / T_{смi}, \quad (6)$$

где $N_{смi}$ - норма выработки агрегата за смену на данной операции, т, м²;

$T_{смi}$ - время (продолжительность) смены, ч.

$$E_{жi} = n_r \cdot \alpha_{ж} + n'_r \cdot \alpha'_{ж}, \quad (7)$$

где n_r - количество основных рабочих (трактористов, комбайнеров);

$\alpha_{ж}$ - энергетический эквивалент затрат живого труда основных рабочих (трактористов, комбайнеров), МДж/чел.-ч;

n'_r – количество вспомогательных рабочих (операторы, скотники и др.);

$\alpha'_{ж}$ - энергетический эквивалент затрат живого труда вспомогательных рабочих (операторы, скотники и др.), МДж/чел.-ч.

Исходя из анализа существующих энергетических эквивалентов энерго-ресурсов выберем 5 групп (табл. 2). В операциях вычисления энергозатрат на производство навоза использованы энергетические эквиваленты основных компонентов: энергетических средств (трактор), сельскохозяйственных машин, живого труда, топлива и соломы. Энергетический эквивалент соломы зависит от технологии возделывания озимой пшеницы или другой зерновой культуры. Результаты расчета представлены в табл. 3, 4 и 5.

Производство подстилочного навоза по классической технологии и в реальных условиях МТФ (молочно-товарной фермы) на 400 голов КРС с учетом структуры стада осуществляется при стойловом содержании молодняка крупного рогатого скота, а хранение на открытых площадках с использованием серийных транспортно-технологических машин. Исходные данные для расчета представлены в табл. 2 и прил. 1; расчет энергозатрат при производстве подстилочного навоза, перечень технологических операций, их последовательность - в табл. 3 - 5.

Таблица 2 - Энергетические эквиваленты ресурсов

Наименование	Энергетические эквиваленты, МДж/кг				
	группа				
	1*	2	3	4	5
Металл для: тракторов	5,6	86,4	120	142,5	0,0243**
автомобиля	5,6	86,4	120	142,5	0,0143**
с.-х. машин	5,6	75	104	116,1	***
Дизельное топливо	42,7	52,7	52,7	37,66	79,5
Бензин	44,1	54,4	54,4	39,67	79,5
МДж/кВт-ч	12,0	15,6	12,3	10,8	12,0
Мдж/чел-ч:					
полевые рабочие и др.	1,3	0,6	0,6	0,6	29,7
(на сеялках)	1,3	0,9	0,9	0,9	29,7
ремонтные рабочие	1,3	1,26	1,26	1,26	41,8
шоферы	1,9	1,26	1,26	1,26	43,1
трактористы	1,9	1,26	1,26	1,26	43,4
операторы эл.машин	1,9	1,26	1,26	1,26	43,7
скотники	1,3	1,26	1,26	1,26	43,3
(ИТР)	2,5	1,86	1,86	1,86	67
Вода	0	0	0	2,5	0
Азотные удобрения	80	86,8	80	122,26	86,8
Фосфорные удобрения	20	13,8	13,8	59,25	12,6
Калийные удобрения	10	8,8	8,8	17,12	8,3
Навоз	0,42	0,42	0,4	1,6	0,42
Известь	1,21	3,8	3,8	7,7	3,8
Семена	15,57	19,13	17,63	9,80	29,61
	солома, МДж/т				
Минимальные значения в 1986 г.	351	593	644	503	1160
Максимальные значения в 1986 г.	1280	1750	1820	2910	2340
Максимальные значения в 1964 г.	5680	9380	9660	15360	10100

Примечание. Группа энергетических эквивалентов ресурсов: 1 – по [20], 2 – по [13], 3 – по [9], 4 – по [15], 5- по [11]; ** - МДж/ч на 1 кг массы, *** - нет единого значения энергоемкости с.-х. машин, берется из приложения 1 по [11].

Группа энергетических эквивалентов ресурсов та же в табл. 3-7.

Таблица 3 - Расчет энергозатрат при приготовлении соломенного подстилочного навоза по технологии НГСОС ВНИИА

Наименование операции, объем работ, сельскохозяйственная техника, исходные данные	Энергозатраты, МДж/т навоза				
	группа эквивалентов				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Погрузка соломы с измельчением из скирды, 0,167 т; МТЗ-82+ФН-1,4; $W=4,9$ т/ч; $H_T=1,37$ кг/т (3,02 по [11])					
Прямые затраты энергии*	9,75	12,0	12,0	8,60	40,0
Энергозатраты живого труда	0,09	0,06	0,06	0,06	2,07
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,67	56,6	78,6	93,4	82,7
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,35	44,9	62,2	69,5	127
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,24	3,45	4,79	5,54	7,13
Полные энергозатраты	10,1	15,5	16,9	14,2	49,2
Перевозка соломы к месту потребления, 0,167 т; МТЗ-80+2-ПТС-4М(2); $W=1,6$ т/ч; $H_T=2,3$ кг/т (9,25 по [11])					
Прямые затраты энергии	16,4	20,2	20,2	14,4	123
Энергозатраты живого труда	0,28	0,18	0,18	0,18	6,33
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	2,30	30,8	42,7	47,6	45,0
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,59	8,65	12,0	13,9	12,6
Полные энергозатраты	17,2	29,0	32,4	28,6	142
Задвигание соломы в кошары и расстил, 0,167 т; ДТ-75+Д-606; $W=6,25$ т/ч; $H_T=1,1$ кг/т (2,37 по [11])					
Прямые затраты энергии	7,83	9,66	9,66	6,90	31,4
Энергозатраты живого труда	0,07	0,05	0,05	0,05	1,62
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,28	4,17	5,78	6,76	5,83
Полные энергозатраты	8,18	13,9	15,5	13,7	38,8
Подготовка площадки производства навоза, 1,0 м ² ; ДТ-75+Д-606; $W=42,9$ м ² /ч; $H_T=0,23$ кг/м ² (0,35 по [11])					
Прямые затраты энергии	9,96	12,3	12,3	8,79	27,5
Энергозатраты живого труда	0,06	0,04	0,04	0,04	1,42
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,25	3,64	5,06	5,91	5,10
Полные энергозатраты	10,3	16,0	17,4	14,7	34,0

1	2	3	4	5	6
Удаление навозной жижи за пределы помещения, УТН-30; W=1228,8 т/ч; Нэ=22 кВт/ч					
Прямые затраты энергии	0,05	0,07	0,05	0,05	0,09
Энергозатраты живого труда	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,012
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	0	0	0	0	0
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	4,54	60,8	84,3	94,1	112
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,001	0,01	0,02	0,02	0,02
Полные энергозатраты	0,05	0,08	0,07	0,07	0,13
Откидывание навоза от кормушек, 0,1 т; ЮМЗ-6+ПЭ-0,8Б; W=15 т/ч; Нт=0,2 кг/т (0,74 по [11])					
Прямые затраты энергии	0,85	1,05	1,05	0,75	5,88
Энергозатраты живого труда	0,02	0,01	0,01	0,01	0,41
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	3,50	54,0	74,9	89,0	74,8
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	5,76	77,1	107	119	115
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,06	0,87	1,21	1,39	1,27
Полные энергозатраты	0,93	1,94	2,28	2,15	7,55
Удаление навоза за пределы кошары, 1,0 т; ДТ-75+Д-606; W=35 т/ч; Нт=0,2 кг/т (0,42 по [11])					
Прямые затраты энергии	8,54	10,5	10,5	7,53	33,6
Энергозатраты живого труда	0,08	0,05	0,05	0,05	1,74
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,30	4,46	6,20	7,24	6,25
Полные энергозатраты	8,92	15,1	16,8	14,8	41,6
Погрузка навоза, 1,0 т; ДТ-75 + ПФП-1,2; W=30 т/ч; Нт=0,3 кг/т (0,49 по [11])					
Прямые затраты энергии	12,8	15,8	15,8	11,3	39,2
Энергозатраты живого труда	0,09	0,06	0,06	0,06	2,03
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	4,07	54,5	75,5	84,3	86,4
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,38	5,62	7,81	9,09	7,54
Полные энергозатраты	13,3	21,5	23,7	20,4	48,8
Транспортировка навоза к месту хранения, 1,0 т; МТЗ-80 + 2-ПТС-4М(1); W=8,5 т/ч; Нт=0,47 кг/т (1,74 по [11])					
Прямые затраты энергии	20,1	24,8	24,8	17,7	138
Энергозатраты живого труда	0,31	0,21	0,21	0,21	7,15
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	2,06	27,5	38,2	42,6	40,2

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,64	9,39	13,0	15,2	13,7	
Полные энергозатраты	21,0	34,4	38,0	33,1	159	
Формирование бурта, 1,0 т; ДТ-75+Д-606; W=35 т/ч; Нт=0,2 кг/т (0,42 по [11])						
Прямые затраты энергии	8,54	10,5	10,5	7,53	33,6	
Энергозатраты живого труда	0,08	0,05	0,05	0,05	1,74	
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140	
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0	
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,30	4,46	6,20	7,24	6,25	
Полные энергозатраты	8,92	15,1	16,8	14,8	41,6	
Совокупные энергозатраты без учета энергоемкости соломы, МДж/т навоза						
Прямые затраты энергии	101,5	125	125	89,5	511	
Энергозатраты живого труда	1,16	0,77	0,77	0,77	26,5	
Суммарная энергоемкость трактора и машины	3,27	48,0	66,6	77,5	70,9	
Полные энергозатраты	106	174	193	168	608	
Совокупные энергозатраты без учета энергоемкости соломы и с учетом коэффициентов разложения навоза (К)						
Совокупные энергозатраты	К	МДж/т навоза				
	1	106	174	193	168	608
	0,85	125	205	227	197	716
	0,7	151	249	275	240	869
	0,5	212	348	385	336	1217
Совокупные энергозатраты с учетом минимальных значений энергоемкости соломы (1986 г., ЦОС ВИУА) и коэффициентов разложения навоза (К)						
Совокупные энергозатраты	К	МДж/т навоза				
	1	164	273	300	252	802
	0,85	194	321	353	296	943
	0,7	235	390	429	360	1145
	0,5	329	546	600	503	1603
Совокупные энергозатраты с учетом максимальных значений энергоемкости соломы (1986 г., ЦОС ВИУА) и коэффициентов разложения навоза (К)						
Совокупные энергозатраты	К	МДж/т навоза				
	1	319	466	496	653	998
	0,85	376	548	584	768	1175
	0,7	456	665	709	933	1426
	0,5	639	932	992	1306	1997

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	
Совокупные энергозатраты с учетом максимальных значений энергоемкости соломы (1964 г., ЦОС ВИУА) и коэффициентов разложения навоза (К)						
Совокупные энергозатраты	К	МДж/т навоза				
	1	1053	1737	1803	2728	2292
	0,85	1238	2044	2121	3209	2696
	0,7	1504	2482	2575	3897	3274
	0,5	2105	3475	3605	5456	4583

Примечание. Прямые затраты энергии - энергозатраты топлива и электроэнергии.
То же табл. 4-7.

Таблица 4 - Расчет энергозатрат при приготовлении соломенного подстилочного навоза по технологии учхоза «Кокино»

Наименование операции, объем работ, сельскохозяйственная техника, исходные данные	Энергозатраты, МДж/т навоза				
	Группа эквивалентов				
	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Погрузка рулонов соломы из штабеля в транспортное средство, 0,167 т; МТЗ-80+ПЭ-0,8; W=19,43 т/ч; Нт=0,19 кг/т (0,76 по [11])					
Прямые затраты энергии	1,38	1,71	1,71	1,22	10,1
Энергозатраты живого труда	0,02	0,02	0,02	0,02	0,52
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	4,68	62,6	86,9	97,0	93,6
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,07	0,99	1,37	1,57	1,46
Полные энергозатраты	1,48	2,71	3,09	2,81	12,1
Перевозка соломы к месту потребления, 0,167 т; МТЗ-80+2-ПТС-4М(2); W=4,14 т/ч; Нт=1,14 кг/т (3,57 по [11])					
Прямые затраты энергии	8,15	10,1	10,1	7,19	47,3
Энергозатраты живого труда	0,11	0,07	0,07	0,07	2,44
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	2,30	30,8	42,7	47,6	45,0
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,23	3,34	4,64	5,38	4,88
Полные энергозатраты	8,48	13,5	14,8	12,6	54,7
Подготовка площадки производства навоза, 1,0 м ² ; ДТ-75+Д-606; W=42,9 м ² /ч; Нт=0,23 кг/м ² (0,35 по [11])					
Прямые затраты энергии	9,96	12,3	12,3	8,79	27,5
Энергозатраты живого труда	0,06	0,04	0,04	0,04	1,42
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,25	3,64	5,06	5,91	5,10

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Полные энергозатраты	10,3	16,0	17,4	14,7	34,0
Откидывание навоза от кормушек, 0,1 т; ЮМЗ-6+ПЭ-0,8Б; W=15 т/ч; Нт=0,2 кг/т (0,74 по [11])					
Прямые затраты энергии	0,85	1,05	1,05	0,75	5,88
Энергозатраты живого труда	0,02	0,01	0,01	0,01	0,41
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,50	54,0	74,9	89,0	74,8
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	5,76	77,1	107	119	115
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,06	0,87	1,21	1,39	1,27
Полные энергозатраты	0,93	1,94	2,28	2,15	7,55
Удаление навоза за пределы кошары, 1,0 т; ДТ-75+Д-606; W=35 т/ч; Нт=0,2 кг/т (0,42 по [11])					
Прямые затраты энергии	8,54	10,5	10,5	7,53	33,6
Энергозатраты живого труда	0,08	0,05	0,05	0,05	1,74
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,30	4,46	6,20	7,24	6,25
Полные энергозатраты	8,92	15,1	16,8	14,8	41,6
Погрузка навоза, 1,0 т; ДТ-75 + ПФП-1,2; W=23,7 т/ч; Нт=0,19 кг/т (0,62 по [11])					
Прямые затраты энергии	8,11	10,0	10,0	7,16	49,6
Энергозатраты живого труда	0,11	0,07	0,07	0,07	2,56
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	4,07	54,5	75,5	84,3	86,4
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,48	7,11	9,88	11,5	9,54
Полные энергозатраты	8,71	17,2	20,0	18,7	61,7
Транспортировка навоза к месту хранения, 1,0 т; МТЗ-80 + 2-ПТС-4М(1); W=5,29 т/ч; Нт=0,94 кг/т (2,80 по [11])					
Прямые затраты энергии	40,1	49,5	49,5	35,4	223
Энергозатраты живого труда	0,50	0,33	0,33	0,33	11,5
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	2,06	27,5	38,2	42,6	40,2
Суммарная энергоемкость трактора и машины	1,03	15,1	21,0	24,4	22,0
Полные энергозатраты	41,7	65,0	70,8	60,1	256
Формирование временного бурта, 1,0 т; ДТ-75+Д-606; W=35 т/ч; Нт=0,2 кг/т (0,42 по [11])					
Прямые затраты энергии	8,54	10,5	10,5	7,53	33,6
Энергозатраты живого труда	0,08	0,05	0,05	0,05	1,74
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,30	4,46	6,20	7,24	6,25
Полные энергозатраты	8,92	15,1	16,8	14,8	41,6
Подготовка площадки производства навоза в поле, 1,0 м ² ; ДТ-75+Д-606; W=42,9 м ² /ч; Нт=0,23 кг/м ² (0,35 по [11])					
Прямые затраты энергии	9,96	12,3	12,3	8,79	27,5
Энергозатраты живого труда	0,06	0,04	0,04	0,04	1,42
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,25	3,64	5,06	5,91	5,10
Полные энергозатраты	10,3	16,0	17,4	14,7	34,0
Погрузка рулонов соломы из штабеля в транспортное средство, 0,167 т (для размещения под штабель и укрытия его сверху); МТЗ-80+ПЭ-0,8; W=19,43 т/ч; Нт=0,19 кг/т (0,76 по [11])					
Прямые затраты энергии	1,38	1,71	1,71	1,22	10,1
Энергозатраты живого труда	0,02	0,02	0,02	0,02	0,52
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	4,68	62,6	86,9	97,0	93,6
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,07	0,99	1,37	1,57	1,46
Полные энергозатраты	1,48	2,73	3,09	2,81	12,1
Перевозка соломы к месту хранения в поле для размещения под штабель и укрытия его сверху, 0,167 т; МТЗ-80+2-ПТС-4М(2); W=4,14 т/ч; Нт=1,14 кг/т (3,57 по [11])					
Прямые затраты энергии	8,15	10,1	10,1	7,19	47,3
Энергозатраты живого труда	0,11	0,07	0,07	0,07	2,44
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	2,30	30,8	42,7	47,6	45,0
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,23	3,34	4,64	5,38	4,88
Полные энергозатраты	8,48	13,5	14,8	12,6	54,7
Расстил соломы на месте хранения под штабель в поле, 0,083 т; МТЗ-80+ПЭ-0,8; W=6,42 т/ч; Нт=0,43 кг/т (2,30 по [11])					
Прямые затраты энергии	1,56	1,93	1,93	1,38	15,3
Энергозатраты живого труда	0,03	0,02	0,02	0,02	0,79
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	3,81	58,8	81,7	97,0	93,6
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,09	1,44	2,00	2,37	2,20
Полные энергозатраты	1,69	3,39	3,95	3,78	18,2

1	2	3	4	5	6
Погрузка навоза, 1,0 т; ДТ-75 + ПФП-1,2; W=23,7 т/ч; Нт=0,19 кг/т (0,62 по [11])					
Прямые затраты энергии	8,30	10,2	10,2	7,32	49,6
Энергозатраты живого труда	0,11	0,07	0,07	0,07	2,56
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	4,07	54,5	75,5	84,3	86,4
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,48	7,11	9,88	11,5	9,54
Полные энергозатраты	8,90	17,4	20,2	18,9	61,7
Транспортировка навоза к месту хранения в поле, 1,0 т; МТЗ-80 + 2-ПТС-4М(1); W=5,29 т/ч; Нт=0,94 кг/т (2,80 по [11])					
Прямые затраты энергии	40,1	49,5	49,5	35,4	223
Энергозатраты живого труда	0,50	0,33	0,33	0,33	11,5
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	2,06	27,5	38,2	42,6	40,2
Суммарная энергоемкость трактора и машины	1,03	15,1	21,0	24,4	22,0
Полные энергозатраты	41,7	65,0	70,8	60,1	256
Формирование бурта, 1,0 т; ДТ-75+Д-606; W=35 т/ч; Нт=0,2 кг/т (0,42 по [11])					
Прямые затраты энергии	8,54	10,5	10,5	7,53	33,6
Энергозатраты живого труда	0,08	0,05	0,05	0,05	1,74
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,30	4,46	6,20	7,24	6,25
Полные энергозатраты	8,92	15,1	16,8	14,8	41,6
Укрытие бурта соломой, 0,083 т; МТЗ-80+ПЭ-0,8; W=6,43 т/ч; Нт=0,44 кг/т (2,30 по [11])					
Прямые затраты энергии	1,56	1,93	1,93	1,38	15,3
Энергозатраты живого труда	0,03	0,02	0,02	0,02	0,79
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,81	58,8	81,7	97,0	93,6
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,09	1,44	2,00	2,37	2,20
Полные энергозатраты	1,69	3,39	3,95	3,78	18,2
Перебивка бурта, 1,0 т; ДТ-75+Д-606; W=35 т/ч; Нт=0,2 кг/т (0,42 по [11])					
Прямые затраты энергии	8,54	10,5	10,5	7,53	33,6
Энергозатраты живого труда	0,08	0,05	0,05	0,05	1,74
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,30	4,46	6,20	7,24	6,25	
Полные энергозатраты	8,92	15,1	16,8	14,8	41,6	
Совокупные энергозатраты без учета энергоемкости соломы, МДж/т навоза						
Прямые затраты энергии	182	224	224	160	924	
Энергозатраты живого труда	2,07	1,37	1,37	1,37	47,8	
Суммарная энергоемкость трактора и машины	5,92	87,2	121	141	124	
Полные энергозатраты	190	313	347	303	1095	
Совокупные энергозатраты без учета энергоемкости соломы с учетом коэффициентов разложения навоза (К)						
Совокупные энергозатраты	К	МДж/т навоза				
	1	190	313	347	303	1095
	0,85	223	368	408	356	1289
	0,7	271	447	495	432	1565
	0,5	379	625	693	605	2191
Совокупные энергозатраты с учетом минимальных значений энергоемкости соломы (1986 г., ЦОС ВИУА) и коэффициентов разложения навоза (К)						
Совокупные энергозатраты	К	МДж/т навоза				
	1	298	496	546	458	1454
	0,85	351	584	642	539	1711
	0,7	426	709	780	655	2078
	0,5	597	993	1092	917	2909
Совокупные энергозатраты с учетом максимальных значений энергоемкости соломы (1986 г., ЦОС ВИУА) и коэффициентов разложения навоза (К)						
Совокупные энергозатраты	К	МДж/т навоза				
	1	586	854	910	1203	1820
	0,85	689	1005	1070	1416	2141
	0,7	837	1221	1300	1719	2600
	0,5	1172	1709	1820	2407	3639
Совокупные энергозатраты с учетом максимальных значений энергоемкости соломы (1964 г., ЦОС ВИУА) и коэффициентов разложения навоза (К)						
Совокупные энергозатраты	К	МДж/т навоза				
	1	1948	3216	3337	5057	4222
	0,85	2291	3784	3925	5949	4967
	0,7	2782	4594	4767	7224	6031
	0,5	3895	6432	6673	10114	8443

Таблица 5 - Расчет энергозатрат при приготовлении соломенного подстилочного навоза по классической технологии

Наименование операции, объем работ, сельскохозяйственная техника, исходные данные	Энергозатраты, МДж/т навоза				
	Группа эквивалентов				
	1*	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6

Погрузка соломы с измельчением из скирды, 0,167 т;
 МТЗ-80+ ФН-1,4; W=4,9 т/ч; Нт=1,37 кг/т (3,02 по [11])

Прямые затраты энергии	9,75	12,0	12,0	8,60	40,0
Энергозатраты живого труда	0,09	0,06	0,06	0,06	2,07
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,67	56,6	78,6	93,4	82,7
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,35	44,9	62,2	69,5	127
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,24	3,45	4,79	5,54	7,13
Полные энергозатраты	10,1	15,5	16,9	14,2	49,2

Перевозка к месту потребления, 0,167 т; МТЗ-80+2-ПТС-4М(2); W=1,6 т/ч;
 Нт=2,30 кг/т (9,25 по [11])

Прямые затраты энергии	16,4	20,2	20,2	14,4	123
Энергозатраты живого труда	0,28	0,18	0,18	0,18	6,33
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	2,30	30,8	42,7	47,6	45,0
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,59	8,65	12,0	13,9	12,6
Полные энергозатраты	17,2	29,0	32,4	28,6	142

Задвигание соломы в кошары и расстил, 0,167 т; ДТ-75+Д-606;
 W=6,25 т/ч; Нт=1,1 кг/т (2,37 по [11])

Прямые затраты энергии	7,83	9,66	9,66	6,90	31,4
Энергозатраты живого труда	0,05	0,03	0,03	0,03	1,62
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,28	4,17	5,78	6,76	5,83
Полные энергозатраты	8,16	13,9	15,5	13,7	38,8

Подготовка площадки производства навоза, 1 м²; ДТ-75+Д-606;
 W=42,9 м²/ч; Нт=0,23 кг/м² (0,35 по [11])

Прямые затраты энергии	9,96	12,3	12,3	8,79	27,5
Энергозатраты живого труда	0,06	0,04	0,04	0,04	1,42
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,25	3,64	5,06	5,91	5,10
Полные энергозатраты	10,3	16,0	17,4	14,7	34,0

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Удаление навозной жижи за пределы помещения УТН-30;

$W=1228,8$ т/ч; $Hэ=22$ кВт/ч

Прямые затраты энергии	0,05	0,07	0,05	0,05	0,09
Энергозатраты живого труда	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,012
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	0	0	0	0	0
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	4,54	60,8	84,3	94,1	112
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,0009	0,01	0,02	0,02	0,02
Полные энергозатраты	0,05	0,08	0,07	0,07	0,13

Откидывание навоза от кормушек, 0,1 т; ЮМЗ-6+ПЭ-0,8Б;

$W=15$ т/ч; $Hт=0,2$ кг/т (0,74 по [11])

Прямые затраты энергии	0,85	1,05	1,05	0,75	5,88
Энергозатраты живого труда	0,02	0,01	0,01	0,01	0,41
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	3,50	54,0	74,9	89,0	74,8
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	5,76	77,1	107	119	115
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,06	0,87	1,21	1,39	1,27
Полные энергозатраты	0,93	1,94	2,28	2,15	7,55

Удаление навоза за пределы кошары, 1,0 т; ДТ-75+Д-606;

$W=35$ т/ч; $Hт=0,2$ кг/т (0,42 по [11])

Прямые затраты энергии	8,54	10,5	10,5	7,53	33,6
Энергозатраты живого труда	0,08	0,05	0,05	0,05	1,74
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,30	4,46	6,20	7,24	6,25
Полные энергозатраты	8,92	15,1	16,8	14,8	41,6

Погрузка навоза, 1,0 т; ДТ-75 + ПФП-1,2;

$W=30,0$ т/ч; $Hт=0,30$ кг/т (0,49 по [11])

Прямые затраты энергии	12,8	15,8	15,8	11,3	39,2
Энергозатраты живого труда	0,09	0,06	0,06	0,06	2,03
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	4,07	54,5	75,5	84,3	86,4
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,38	5,62	7,81	9,09	7,54
Полные энергозатраты	13,3	21,5	23,7	20,4	48,8

1	2	3	4	5	6
Транспортировка навоза к месту хранения, 1,0 т; МТЗ-80 + 2-ПТС-4М(1); W=8,5 т/ч; Нт=0,47 кг/т (1,74 по [11])					
Прямые затраты энергии	20,1	24,8	24,8	17,7	138
Энергозатраты живого труда	0,31	0,21	0,21	0,21	7,15
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	2,06	27,5	38,2	42,6	40,2
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,64	9,39	13,0	15,2	13,7
Полные энергозатраты	21,0	34,4	38,0	33,1	159
Погрузка соломы с измельчением из скирды для размещения под штабель и укрытия сверху, 0,167 т; МТЗ-80+ ФН-1,4; W=4,9 т/ч; Нт=1,37 кг/т (3,02 по [11])					
Прямые затраты энергии	9,75	12,0	12,0	8,60	40,0
Энергозатраты живого труда	0,09	0,06	0,06	0,06	2,07
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,67	56,6	78,6	93,4	82,7
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,35	44,9	62,2	69,5	127
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,24	3,45	4,79	5,54	7,13
Полные энергозатраты	10,1	15,5	16,9	14,2	49,2
Перевозка соломы к месту хранения в поле для размещения под штабель и укрытия сверху, 0,167 т; МТЗ-80+2-ПТС-4М(2); W=1,6 т/ч; Нт=2,30 кг/т (9,25 по [11])					
Прямые затраты энергии	16,4	20,2	20,2	14,4	123
Энергозатраты живого труда	0,28	0,18	0,18	0,18	6,33
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	2,30	30,8	42,7	47,6	45,0
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,59	8,65	12,0	13,9	12,6
Полные энергозатраты	17,2	29,0	32,4	28,6	142
Расстил соломы на месте хранения под штабель в поле, 0,083 т; МТЗ-80+ПЭ-0,8; W=6,42 т/ч; Нт=0,43 кг/т (2,30 по [11])					
Прямые затраты энергии	1,56	1,93	1,93	1,38	15,3
Энергозатраты живого труда	0,03	0,02	0,02	0,02	0,79
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,81	58,8	81,7	97,0	93,6
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,09	1,44	2,00	2,37	2,20
Полные энергозатраты	1,69	3,39	3,95	3,78	18,2

1	2	3	4	5	6
Формирование бурта, 1,0 т; ДТ-75+Д-606; W=35 т/ч; Нт=0,2 кг/т (0,42 по [11])					
Прямые затраты энергии	8,54	10,5	10,5	7,53	33,6
Энергозатраты живого труда	0,08	0,05	0,05	0,05	1,74
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,30	4,46	6,20	7,24	6,25
Полные энергозатраты	8,92	15,1	16,8	14,8	41,6
Укрытие бурта соломой, 0,083 т; МТЗ-80+ПЭ-0,8; W=6,43 т/ч; Нт=0,44 кг/т (2,30 по [11])					
Прямые затраты энергии	1,56	1,93	1,93	1,38	15,3
Энергозатраты живого труда	0,03	0,02	0,02	0,02	0,79
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	3,39	52,2	72,6	86,2	76,3
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	3,81	58,8	81,7	97,0	93,6
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,09	1,44	2,00	2,37	2,20
Полные энергозатраты	1,69	3,39	3,95	3,78	18,2
Перебивка бурта 1-я, 1,0 т; ДТ-75+Д-606; W=35 т/ч; Нт=0,2 кг/т (0,42 по [11])					
Прямые затраты энергии	8,54	10,5	10,5	7,53	33,6
Энергозатраты живого труда	0,08	0,05	0,05	0,05	1,74
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,30	4,46	6,20	7,24	6,25
Полные энергозатраты	8,92	13,1	16,8	14,8	41,6
Перебивка бурта 2-я, 1,0 т; ДТ-75+Д-606; W=35 т/ч; Нт=0,2 кг/т (0,42 по [11])					
Прямые затраты энергии	8,54	10,5	10,5	7,53	33,6
Энергозатраты живого труда	0,08	0,05	0,05	0,05	1,74
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140
Удельная энергоёмкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0
Суммарная энергоёмкость трактора и машины	0,30	4,46	6,20	7,24	6,25
Полные энергозатраты	8,92	13,1	16,8	14,8	41,6

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	
Перебивка бурта 3-я, 1,0 т; ДТ-75+Д-606; W=35 т/ч; Нт=0,2 кг/т (0,42 по [11])						
Прямые затраты энергии	8,54	10,5	10,5	7,53	33,6	
Энергозатраты живого труда	0,08	0,05	0,05	0,05	1,74	
Удельная энергоемкость трактора, МДж/ч	7,41	114	159	188	140	
Удельная энергоемкость машины, МДж/ч	3,13	41,9	58,1	64,9	79,0	
Суммарная энергоемкость трактора и машины	0,30	4,46	6,20	7,24	6,25	
Полные энергозатраты	8,92	13,1	16,8	14,8	41,6	
Совокупные энергозатраты без учета энергоемкости соломы, МДж/т навоза						
Прямые затраты энергии	141	174	174	124	732	
Энергозатраты живого труда	1,64	1,09	1,09	1,09	37,9	
Суммарная энергоемкость трактора и машины	4,66	68,6	95,3	111	102	
Полные энергозатраты	147	244	270	237	873	
Совокупные энергозатраты без учета энергоемкости соломы с учетом коэффициентов разложения навоза (К)						
Совокупные энергозатраты	К	МДж/т навоза				
	1	147	244	270	237	873
	0,85	173	287	318	278	1027
	0,7	211	348	386	338	1247
	0,5	295	487	541	473	1746
Совокупные энергозатраты с учетом минимальных значений энергоемкости соломы (1986 г., ЦОС ВИУА) и коэффициентов разложения навоза (К)						
Совокупные энергозатраты	К	МДж/т навоза				
	1	256	427	470	392	1232
	0,85	301	503	552	461	1449
	0,7	366	610	671	560	1760
	0,5	512	854	939	784	2464
Совокупные энергозатраты с учетом максимальных значений энергоемкости соломы (1986 г., ЦОС ВИУА) и коэффициентов разложения навоза (К)						
Совокупные энергозатраты	К	МДж/т навоза				
	1	544	785	834	1137	1597
	0,85	639	924	981	1338	1879
	0,7	776	1122	1191	1625	2282
	0,5	1087	1571	1667	2274	3194
Совокупные энергозатраты с учетом максимальных значений энергоемкости соломы (1964 г., ЦОС ВИУА) и коэффициентов разложения навоза (К)						
Совокупные энергозатраты	К	МДж/т навоза				
	1	1905	3147	3260	4991	3999
	0,85	2242	3702	3836	5871	4705
	0,7	2722	4496	4657	7130	5713
	0,5	3811	6294	6520	9981	7998

Вначале более подробно остановимся на анализе расчетов без учета энергозатрат на производство соломы, так как ее энергетический эквивалент варьирует очень широко от 351 МДж/т до 2910 только по данным ЦОС ВИУА 1986 г. Простой расчет демонстрирует, что при поправочном коэффициенте (0,878) при плотном хранении подстилочного навоза необходимые энергозатраты на производство соломы (разность энергетического эквивалента подстилочного навоза 420 МДж/т и энергозатрат на его приготовление без учета энергозатрат на производство соломы - 4-месячное хранение) в зависимости от группы используемых энергетических эквивалентов составят: по технологии НГСОС на 1-й группе – 299 МДж/т; 2 – 222; 3 – 200; 4 – 229 и 5 – -273; по технологии учхоза «Кокино» на 1-й группе - 205 МДж/т; 2 – 64; 3 – 25; 4 - 75 и 5 – -828 (табл. 6). Это находится в явном противоречии с логическими рассуждениями. Получается, что чем выше энергетические эквиваленты энергоресурсов, тем меньше должны быть энергозатраты на производство соломы и наоборот.

Если же использовать поправочный коэффициент 0,754 (4-месячное горячепрессованное хранение подстилочного навоза), то эта разность в зависимости от группы используемых энергетических эквивалентов составит: по технологии НГСОС на 1-й группе 279 МДж; 2 – 189; 3 – 164; 4 – 197 и 5 – -387; по технологии учхоза «Кокино» на 1-й группе 135; 2 – -52; 3 – -103; 4 – -37 и 5 – -1235. При 4-месячном рыхлом хранении подстилочного навоза (поправочный коэффициент 0,674) разность в зависимости от группы используемых энергетических эквивалентов равна по технологии НГСОС на 1-й группе 263 МДж; 2 – 162; 3 – 134; 4 – 171 и 5 – -483; по технологии учхоза «Кокино» на 1-й группе - 4 МДж; 2 – -281; 3 – -357; 4 – -258 и 5 – -2035.

Таким образом, получается, что на производство 167 кг соломы по всем рассмотренным технологиям не требуется никаких энергозатрат при использовании 5-й группы энергетических эквивалентов энергоресурсов. По технологии учхоза «Кокино» на производство 167 кг соломы при использовании всех 5-и групп энергетических эквивалентов энергоресурсов при степени разложения навоза 32,6% не требуется никаких энергозатрат, а при степени разложения 24,6% - 4-х.

Расчет энергозатрат на производство и хранение подстилочного соломенного навоза по 3-м технологиям: НГСОС, учхоза «Кокино» и классической показал, что без учета энергоемкости соломы и коэффициентов разложения навоза, они в зависимости от группы энергетических эквивалентов варьировали по 1-й технологии 106-608 МДж/т, 2-й – 190-1095 и 3-й – 147-873 (табл. 3-5).

Таблица 6 - Энергоемкость технологического процесса производства подстилочного навоза

Наименование	Группа эквивалентов	Энергозатраты, МДж/т навоза					
		поправочный коэффициент					
		0,878	0,754	0,674	0,878	0,754	0,674
		Технология					
		НГСОС ВНИИА			Учхоз «Кокино»		
Энергозатраты на приготовление навоза	1	121	141	157	215	285	424
	2	198	231	258	356	472	701
	3	220	256	286	395	523	777
	4	191	223	249	345	457	678
	5	693	807	903	1248	1655	2455
Разность (расчет на производство соломы)	1	299	279	263	205	135	-4
	2	222	189	162	64	-52	-281
	3	200	164	134	25	-103	-357
	4	229	197	171	75	-37	-258
	5	-273	-387	-483	-828	-1235	-2035
Классическая технология							
2 перебивки навоза				3 перебивки навоза			
Энергозатраты на приготовление навоза	1	168	195	219	178	207	232
	2	278	323	362	295	343	384
	3	308	359	401	327	381	426
	4	269	314	351	286	333	373
	5	994	1158	1295	1042	1213	1357
Разность (расчет на производство соломы)	1	252	225	201	242	213	188
	2	142	97	58	125	77	36
	3	112	61	19	93	39	-6
	4	151	106	69	134	87	47
	5	-574	-738	-875	-622	-793	-937

Наименьшие значения отмечены по 1-й группе энергетических эквивалентов и наивысшие по 5-й. Из приведенных данных видно, что антропогенные затраты на производство и хранение подстилочного соломенного навоза по 3-й технологии без учета энергоемкости соломы и коэффициентов разложения навоза выше в 1,4 раза, чем по 1-й (табл. 3-5). По мере увеличения значений энергоемкости соломы от минимальных (1986 г., ЦОС ВИУА) до максимальных (1964 г., ЦОС ВИУА) (табл. 3-5) данный показатель возрастал до 1,6 и 1,8 раза соответственно. В то же время отношение антропогенных затрат на производство и хранение подстилочного соломенного навоза по 2-й технологии к 1-й как без учета энергоемкости соломы, так и с ее колебаниями от минимальных до максимальных значений практически не изменялось и было выше в 1,79-1,85 раза (табл. 3-6).

По наиболее часто используемой 3-й группе энергетических эквивалентов энергозатраты на производство и хранение подстилочного соломенного навоза без учета энергоемкости соломы и коэффициенте разложения навоза 15% составили по 1-й технологии 227 МДж/т, 2-й – 408 и 3-й – 318. Аналогично по этой же группе по этим же технологиям с учетом минимальных (1986 г., ЦОС ВИУА) и максимальных (1964 г., ЦОС ВИУА) значений энергоемкости соломы при степени разложения навоза 15% энергетический эквивалент навоза был равен 353 и 2121, 642 и 3925 и 552 и 3836, а при степени разложения навоза 30% – 429 и 2575, 780 и 4767 и 671 и 4657 соответственно (табл. 7). Таким образом, энергетический эквивалент навоза изменялся в зависимости от группы энергетических эквивалентов без учета энергоемкости соломы – в 5,9, а при степени разложения навоза 15% по 1-й технологии в 2,2-4,9 раз, 2-й – 2,2-4,9 и 3-й – 2,1-4,8. Причем при максимальных значениях энергоемкости соломы соотношение было более высоким по сравнению с минимальными.

Из табл. 3-5, 7 видно, что энергетический эквивалент подстилочного соломенного полуразложившегося навоза варьирует в зависимости от различных групп энергетических эквивалентов ресурсов по 1-й технологии производства от 194 до 3274 МДж/т, по 2-й – от 351 до 6031, по 3-й от 301 до 5713. Сильная

вариация обеспечивается и значительной вариацией значений энергоемкости соломы (табл. 2), что до сих пор игнорируют почти все исследователи. Вариация значений энергоемкости соломы зависит от технологии возделывания культуры, различных групп энергетических эквивалентов ресурсов и, разумеется, метеоусловий года, что, прежде всего, может быть выражено интегральным показателем – урожайностью возделываемой культуры. Урожайность зерна озимой пшеницы в 1986 г. в зависимости от вариантов опыта находилась в пределах 30,1...56,4 ц/га, а в 1964 г. – 6,5-7,1.

Таблица 7 - Энергетический эквивалент подстилочного соломенного навоза в зависимости от технологии производства, степени его разложения, энергоемкости соломы и различных групп энергетических эквивалентов ресурсов

Технология производства навоза	Значения энергоемкости соломы	Степень разложения, %	Энергозатраты, МДж/т навоза				
			группа эквивалентов				
			1*	2	3	4	5
НГСООС ВНИИА	Минимальные, 1986 г.	15	194	321	353	296	943
		30	235	390	429	360	1145
	Максимальные, 1986 г.	15	376	548	584	768	1175
		30	456	665	709	933	1426
	Максимальные, 1964 г.	15	1238	2044	2121	3209	2696
		30	1504	2482	2575	3897	3274
Учхоз «Кокино»	Минимальные, 1986 г.	15	351	584	642	539	1711
		30	426	709	780	655	2078
БГСХА	Максимальные, 1986 г.	15	689	1005	1070	1416	2141
		30	837	1221	1300	1719	2600
	Максимальные, 1964 г.	15	2291	3784	3925	5949	4967
		30	2782	4594	4767	7224	6031
Классическая с двумя перебивками	Минимальные, 1986 г.	15	301	503	552	461	1449
		30	366	611	671	560	1760
	Максимальные, 1986 г.	15	639	924	981	1338	1879
		30	776	1122	1191	1625	2282
	Максимальные, 1964 г.	15	2242	3702	3836	5871	4705
		30	2722	4496	4657	7130	5713

Теперь остановимся на распределении энергозатрат на производство и хранение подстилочного навоза по годам действия и последействия. Обычно предлагают распространить их действие на 3 года [1, 3, 5, 6, 9-11]. Однако на-

копленные Геосетью ВИУА многолетние данные по использованию питательных веществ органических удобрений по годам свидетельствуют о более продолжительном времени их действия: 5 и более лет до 14 (табл. 8) [18]. Мы предлагаем в отличие от их данных перераспределение использования питательных веществ органических удобрений 5-го и последующего годов действия на 5, 6 и 7 из-за не очень высоких значений (табл. 9). Производство энергетических эквивалентов, содержания NPK (кг/т) навоза и % использования питательных веществ по годам представлено в табл. 10 – расчет для энергетических эквивалентов NPK 3-й группы. Аналогично проведен расчет и для других групп энергетических эквивалентов NPK (табл. 11).

Таблица 8 - Использование питательных веществ органических удобрений по годам действия, % от общего выноса

Питательное вещество	Годы действия					
	1	2	3	4	5 и последующие годы	всего
N	34	30	12	10	14	100
P ₂ O ₅	32	28	15	10	15	100
K ₂ O	34	27	17	10	12	100

Таблица 9 - Использование питательных веществ органических удобрений по годам действия, % от общего выноса

Питательное вещество	Годы действия							
	1	2	3	4	5	6	7	всего
N	34	30	12	10	8	6	0	100
P ₂ O ₅	32	28	15	10	7	5	3	100
K ₂ O	34	27	17	10	6	4	2	100

Процентное распределение энергозатрат на производство и хранение подстилочного навоза по годам действия дано в табл. 11. Из нее видно, что при всех 5-и взятых значениях групп энергетических эквивалентов NPK доля энергозатрат на производство и хранение подстилочного навоза по годам действия практически не меняется. Изменение доли энергозатрат на производство и хранение подстилочного навоза по годам действия в зависимости от представленных

ных 5-и групп энергетических эквивалентов NPK по первым шести годам было слабым (от 33,7 до 33,9% в первый год; от 29,3 до 29,6 – во второй; от 12,7 до 13,1 – в третий, 10 – в четвертый; от 7,6 до 7,7 – в пятый, от 5,6 до 5,7 – в шестой и от 0,3 до 0,7 - в седьмой год (табл. 11). Поскольку эта последняя величина слишком мала в технологии производства и хранения подстилочного навоза и в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур тем более, ею можно пренебречь. После округления до целых получаем следующее распределение энергии затрат на производство и хранение навоза по годам действия: **в 1-й год 34%, 2-й – 29, 3-й – 13, 4-й - 10, 5-й – 8 и 6-й – 6.**

В зависимости от года внесения берется соответствующее значение, при необходимости два или три значения суммируют, если прямое действие накладывается на последствие.

Таблица 10 - Производство энергетических эквивалентов, содержания NPK (кг/т) навоза и % использования питательных веществ по годам

Питательное вещество и эквиваленты	Годы действия							Всего
	1	2	3	4	5	6	7	
N ₈₀	13600	12000	4800	4000	3200	2400	0	40000
P _{13,8}	1104	966	517	345	242	173	103	3450
K _{8,8}	1795	1426	898	528	317	211	105	5280
В среднем	5500	4797	2071	1624	1253	928	70	16243

Таблица 11 - Распределение энергозатрат на производство и хранение подстилочного навоза по годам действия, %

Питательное вещество NPK и эквиваленты	Годы действия							Всего
	1	2	3	4	5	6	7	
N ₈₀ P ₂₀ K ₁₀	33,8	29,4	12,9	10,0	7,7	5,7	0,5	100
N _{86,8} P _{13,8} K _{8,8}	33,9	29,6	12,7	10,0	7,7	5,7	0,4	100
N ₈₀ P _{13,8} K _{8,8}	33,9	29,5	12,8	10,0	7,7	5,7	0,4	100
N _{122,26} P _{59,25} K _{17,12}	33,7	29,3	13,1	10,0	7,6	5,6	0,7	100
N _{86,8} P _{12,6} K _{8,3}	33,9	29,6	12,7	10,0	7,7	5,7	0,4	100
В среднем	33,8	29,5	12,8	10,0	7,7	5,7	0,5	100

Рассмотрим некоторые примеры согласно представленному материалу. За базовый вариант расчета энергетических затрат в технологиях возделывания озимой пшеницы принят вариант с энергетическими эквивалентами, взятыми в основном из методики энергетического анализа...[9], для пестицидов - Гончарова и др. [7], ретардантов – Посыпанова, Долгодворова [20]. Энергозатраты в базовом варианте на производство и хранение подстилочного навоза по годам действия распределяется одинаково по 3-м годам [1, 3, 5, 6, 9-11]. Энергетические эквиваленты пестицидов и ретардантов одинаковы по всем 5-и группам энергетических эквивалентов ресурсов.

Пример 1. Возьмем данные стационарного опыта СШ-2 ЦОС ВИУА 1990 г. (5_2_2) [2, 22]. В нем применяли навоз, приготовленный из соломы озимой пшеницы, в которых есть контроль без удобрений и пестицидов и другие варианты опыта 1985 и 1983 гг.: 5_1_1 (1985) и 4_2_3 (1985) – 10% (4-й год действия навоза) и 4_2_1 (1983) – 6% (6-й год действия) данного опыта. Навоз этих лет может быть внесен в 1986 г. и 1984 г. осенью, т.е. 4- и 6-й годы его действия проявятся в 1990 г. на посевах 2-й озимой пшеницы 2-го поля 5-й ротации.

В расчетах энергоемкость соломы для навоза, приготовленного из данного опыта, равна в 1985 г. (5_1_1) на контроле и при внесении минеральных удобрений и пестицидов 653...1600 МДж/т и (4_2_3) – 920...1000, а в 1983 г. (4_2_1) на минеральном фоне II и при внесении гербицидов по фону II – 848...955 соответственно (табл. 12).

Таблица 12 - Энергоемкость соломы озимой пшеницы, МДж/т

Значения	Год (ротация_культура_поле)		
	1985 (5_1_1)	1985 (4_2_3)	1983 (4_2_1)
Минимальные	653	920	848
Максимальные	1600	1000	955

Энергетический эквивалент навоза при степени разложения 15 и 30% изменялся в зависимости от энергоемкости соломы по годам в 1985 (5_1_1), 1985

(4_2_3) и 1983 гг. (4_2_1): минимальные значения 380 и 462 МДж/т, 443 и 538 и 426 и 518 и максимальные 603 и 732, 462 и 561 и 451 и 548 соответственно (табл. 13).

Таблица 13 - Энергетический эквивалент навоза по годам в зависимости от степени его разложения, МДж/т

Значения	Год (ротация_культура_поле)					
	1985 (5_1_1)		1985 (4_2_3)		1983 (4_2_1)	
	Степень разложения					
	15%	30%	15%	30%	15%	30%
Минимальные	380	462	443	538	426	518
Максимальные	603	732	462	561	451	548

Исходя из этих значений энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1990 г. в зависимости от расчетных минимальных значений энергетических эквивалентов подстилочного соломенного полуперепревшего навоза возросли на $30 * [(380 * 10\%) + (426 * 6\%)] = 1908$ МДж или $30 * [(443 * 10\%) + (426 * 6\%)] = 2097$ и составили бы на вариантах 1 - 4 (внесение подстилочного соломенного полуперепревшего навоза по схеме опыта) 23,0...27,3 ГДж/га вместо 21,1...25,2 по базовому варианту расчета [2, 22] или на 7,6...9,9 % выше при степени разложения навоза 15 %, а при 30% - 23,4...27,7 или на 9,2...12,1 % выше (табл. 14).

Таблица 14 - Энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1990 г. по минимальным значениям энергетических эквивалентов подстилочного соломенного навоза, ГДж

Вариант	Базовый, ГДж	При разложении 15%		При разложении 30%	
		ГДж	%	ГДж	%
1	25,2	27,1-27,3	7,6-8,3	27,5-27,7	9,2-10,1
2	23,7	25,6-25,8	8,0-8,8	26,0-26,3	9,8-10,7
3	21,9	23,8-24,0	8,7-9,6	24,2-24,4	10,6-11,6
4	21,1	23,0-23,2	9,0-9,9	23,4-23,7	11,0-12,1

В зависимости от расчетных максимальных значений энергетических эквивалентов подстилочного соломенного полуперепревшего навоза энергозатра-

ты на 1 га возделываемой площади возросли на $30 * [(603 * 10\%) + (451 * 6\%)] = 2622$ МДж или $30 * [(462 * 10\%) + (451 * 6\%)] = 2199$ и составили бы на вариантах 1 - 4 (внесение подстилочного соломенного полуперепревшего навоза по схеме опыта) 23,3...27,8 ГДж/га вместо 21,1...25,2 по базовому варианту расчета [2, 22] или на 8,7...12,4 % выше при степени разложения навоза 15 %, а при 30% - 23,8...28,4 или на 10,6...15,1 % выше (табл. 15).

Таблица 15 - Энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1990 г. по максимальным значениям энергетических эквивалентов подстилочного соломенного навоза, ГДж

Вариант	Базовый, ГДж	При разложении 15%		При разложении 30%	
		ГДж	%	ГДж	%
1	25,2	27,4-27,8	8,7-10,4	27,9-28,4	10,6-12,6
2	23,7	25,9-26,3	9,3-11,1	26,4-26,9	11,3-13,4
3	21,9	24,1-24,5	10,0-12,0	24,5-25,1	12,2-14,6
4	21,1	23,3-23,7	10,4-12,4	23,8-24,3	12,6-15,1

Таким образом, энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в зависимости от расчетных значений энергетических эквивалентов навоза в 1990 г. возросли бы в пределах 8,7... 15,1 %.

В приложениях 2-5 представлены значения энергоемкости соломы озимой пшеницы, энергетического эквивалента навоза по годам в зависимости степени его разложения и энергозатрат на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1990 г. по минимальным и максимальным значениям энергетических эквивалентов подстилочного соломенного навоза с использованием других групп энергетических эквивалентов ресурсов: 1-й [20], 2-й [13] и 4-й [15]. Здесь представлены отношения представленных значений показателей указанных групп энергетических эквивалентов ресурсов к значениям показателей наиболее часто используемой 3-й группы [9]. Они находятся в пределах 0,53-1,23 для энергоемкости соломы озимой пшеницы, 0,51-1,09 для энергетического эквивалента навоза по годам в зависимости степени его разложения и 0,75-1,29 для энергозатрат на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1990 г. по минимальным и максимальным значениям энергетиче-

ских эквивалентов подстилочного соломенного навоза.

Пример 2. Аналогично рассмотрим данные указанного опыта ЦОС ВИ-УА 1991 г. (5_2_3). В нем применяли навоз, приготовленный из соломы озимой пшеницы, в которых есть контроль без удобрений и пестицидов и другие варианты опыта 1986 и 1984 гг.: 5_1_2 (1986) – 10% (4-й год действия навоза) и 4_2_2 (1984) – 6% (6-й год действия) данного опыта. Навоз этих лет может быть внесен в 1987 и 1985 гг. осенью, т.е. 4- и 6-й годы его действия проявятся в 1991 г. на посевах 2-й озимой пшеницы 3-го поля 5-й ротации.

В расчетах энергоемкость соломы для навоза, приготовленного из данного опыта, равна в 1986 г. (5_1_2) на контроле и при внесении минеральных удобрений и пестицидов 644...1510 МДж/т, а в 1984 г. (4_2_2) на минеральном фоне II и при внесении гербицидов по фону II – 982...1110 соответственно (табл. 16).

Таблица 16 - Энергоемкость соломы, МДж/т

Значения	Год (ротация_культура_поле)	
	1986 (5_1_2)	1984 (4_2_2)
Минимальные	644	982
Максимальные	1510	1110

Энергетический эквивалент навоза при этом изменялся в зависимости от степени разложения 15 и 30% по годам в 1986 г. (5_1_2) и 1984 г. (4_2_2): минимальные значения 378 и 459 МДж/т и 458 и 556 и максимальные 582 и 707 и 488 и 592 соответственно (табл. 17).

Таблица 17 - Энергетический эквивалент навоза по годам в зависимости степени его разложения, МДж/т

Значения	Год (ротация_культура_поле)			
	1986 (5_1_2)		1984 (4_2_2)	
	Степень разложения			
	15%	30%	15%	30%
Минимальные	378	459	458	556
Максимальные	582	707	488	592

Исходя из этих значений энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1991 г. в зависимости от расчетных минимальных значений энергетических эквивалентов подстилочного соломенного полуперепревшего навоза возросли на $30 * [(378 * 10\%) + (458 * 6\%)] = 1959$ МДж и составили бы на вариантах 1-4 (внесение навоза по схеме опыта) 21,6...27,1 ГДж/га вместо 19,6...25,2 по базовому варианту расчета (21-22) или на 7,8...10,0 % выше при степени разложения навоза 15 %, а при 30% - 22,0...27,5 или на 9,5...12,1 % выше (табл. 18).

Таблица 18 - Энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1991 г. по минимальным значениям энергетических эквивалентов подстилочного соломенного навоза, ГДж

Вариант	Базовый, ГДж	При разложении 15%		При разложении 30%	
		ГДж	%	ГДж	%
1	25,2	27,1	7,8	27,5	9,5
2	23,0	25,0	8,5	25,4	10,3
3	21,9	23,9	8,9	24,3	10,9
4	19,6	21,6	10,0	22,0	12,1

В зависимости от расчетных максимальных значений энергетических эквивалентов подстилочного соломенного полуперепревшего навоза энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы возросли на $30 * [(582 * 10\%) + (488 * 6\%)] = 2624$ МДж и составили бы на вариантах 1-4 (внесение навоза по схеме опыта) 22,3...27,8 ГДж/га вместо 19,6...25,2 по базовому варианту расчета [2, 22] или на 10,4...13,4 % выше при степени разложения навоза 15 %, а при 30% - 22,8...28,3 или на 12,7...16,2 % выше (табл. 19).

Таблица 19 - Энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1991 г. по максимальным значениям энергетических эквивалентов подстилочного соломенного навоза, ГДж

Вариант	Базовый, ГДж	При разложении 15%		При разложении 30%	
		ГДж	%	ГДж	%
1	25,2	27,8	10,4	28,3	12,7
2	23,0	25,7	11,4	26,2	13,8
3	21,9	24,5	12,0	25,1	14,5
4	19,6	22,3	13,4	22,8	16,2

В приложениях 6-9 даны значения энергоемкости соломы озимой пшеницы, энергетического эквивалента навоза по годам в зависимости степени его разложения и энергозатрат на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1991 г. по минимальным и максимальным значениям энергетических эквивалентов подстилочного соломенного навоза с использованием других групп энергетических эквивалентов ресурсов: 1-й [20], 2-й [13] и 4-й [15]. Здесь представлены отношения значений показателей указанных групп энергетических эквивалентов ресурсов к значениям показателей наиболее часто используемой 3-й группы [9]. Они находятся в пределах 0,54-1,23 для энергоемкости соломы озимой пшеницы, 0,51-1,08 для энергетического эквивалента навоза по годам в зависимости от степени его разложения и 0,76-1,29 для энергозатрат на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1991 г. по минимальным и максимальным значениям энергетических эквивалентов подстилочного соломенного навоза.

Таким образом, энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1991г. в зависимости от расчетных значений энергетических эквивалентов навоза возросли бы в пределах 7,8... 16,2 %, которые практически совпадают с данными 1990г.

Более сложно провести расчеты там, где применяли подстилочный соломенный навоз. Проиллюстрируем это на примерах ЦОС ВИУА 1969 г. (2_1_3). В 1969 г. применяли навоз, приготовленный из соломы озимой пшеницы опыта 1964 г. – 10% (4-й год действия навоза) и 1967 г. – 34% (1-й год действия) (табл. 20, рис. 1). В таблице 20 схематично показано место взятия соломы для производства навоза (начало стрелки), действие навоза – годы (заштрихованные стрелки) и место внесения навоза (окончание стрелки).

Пример 3. А) В 1964 г. использовали навоз, приготовленный из соломы озимой пшеницы опыта 1960 г., который внесли в 1961 г. на 2-м поле под 1-ю озимую пшеницу (табл. 20 и рис. 1). По нашему расчету на 2-й озимой пшенице на 3-й год действия навоза распространяется 13% его энергетического эквивалента. Так как урожаи в то время были низкие и у нас отсутствуют данные 1960

г., то в 1956 г. можно взять энергоемкость соломы 1964 г. (9100...9660 МДж/т) как отправную с энергетическим эквивалентом навоза от 2368-2875 МДж/т до 2500-3035 (табл. 21, 22).

В связи с этим расчетные энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы 1960 г. по минимальным значениям энергетических эквивалентов подстилочного соломенного навоза при 15- 30%-ном разложении изменятся на 3,5-4,8 ГДж, по максимальным – на 3,8-5,2 или на 14-20% в первом случае и 15-22 – во втором. Разумеется, что это скажется на энергоемкости соломы 1960 г., которая будет варьировать от 10400 до 11580 МДж/т по вариантам в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы по минимальным значениям энергетических эквивалентов подстилочного соломенного навоза, а по максимальным - от 10530 до 11750 (табл. 21, рис. 1). Это приведет к изменению расчетного энергетического эквивалента подстилочного навоза, приготовленного из соломы 1964г., который составит 2674-2951 МДж/т по минимальным исходным значениям при 15%-ном разложении, 30%-ном - 3247-3584. Изменение расчетного энергетического эквивалента по максимальным значениям составит 2704-2991 МДж/т при 15%-ном разложении, 30%-ном - 3284-3632 (табл. 22).

По сравнению с базовым вариантом расчета (24,2-25,0 ГДж/га), проведенном нами с энергетическим эквивалентом подстилочного навоза 400 МДж/т, энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1960г. по минимальным значениям энергетических эквивалентов подстилочного соломенного навоза составят при 15%-ном разложении 27,7, при 30%-ном – 29,8 ГДж, а по максимальным значениям энергетических эквивалентов подстилочного соломенного навоза составят при 15%-ном разложении 28,0, при 30%-ном – 30,3 ГДж или на 14,4-19,2 и 15,9-20,9% выше соответственно. При этом в 1964 г. получим энергоемкость соломы от 10690-12320 МДж/т до 10720-12370, а энергетический эквивалент подстилочного соломенного навоза от 2742-3795 до 2749-3810 МДж/т (Рис. 1 А, табл. 21-22).

Таблица 20 - РАЗМЕЩЕНИЕ КУЛЬТУР В ОПЫТЕ СШ-2

Годы	Поле I	Поле II	Поле III
1960	Викоовсяная смесь-ВОС		
1961	1-я озимая пшеница $H_{20(1)}$ *	ВОС + горох	
1962	Клевер	1-я озимая пшеница $H_{20(1)}$	ВОС + горох
1963	2-я озимая пшеница $H_{20(3)}$	Клевер	1-я озимая пшеница $H_{30(1)}$
1964	Картофель $H_{30(1),20(4)}$	2-я озимая пшеница $H_{20(3)}$	Клевер
1965	Ячмень	Картофель $H_{30(1),20(4)}$	2-я озимая пшеница $H_{30(3)}$
1966	ВОС	Ячмень	Картофель $H_{30(1)30(4)}$
1967	1-я озимая пшеница $H_{30(1),30(4)}$	ВОС	Ячмень
1968	Клевер	1-я озимая пшеница $H_{30(1),30(4)}$	ВОС
1969	2-я озимая пшеница $H_{30(3),30(6)}$	Клевер	1-я озимая пшеница $H_{30(1)30(4)}$

Примечание: Н - навоз, индекс при Н – т/га, в скобках год действия.

Таблица 21 - Энергоемкость соломы, МДж/т

Значения	Исходные (1956г.) данные = 1964г.	Расчетные данные 1960г.		Расчетные данные 1964г.	
	степень разложения				
	-	15%	30%	15%	30%
Минимальные	9100	10400	11580	10690	12320
Максимальные	9660	10530	11750	10720	12370

Таблица 22 - Энергетический эквивалент навоза по годам в зависимости от степени его разложения, МДж/т

Значения	1956г. - исходный		1960г. - расчетный		1964г. - расчетный	
	степень разложения					
	15%	30%	15%	30%	15%	30%
Минимальные	2368	2875	2674	3584	2742	3795
Максимальные	2500	3035	2704	3632	2749	3810

Пример 3. Б) Аналогично расчету **Примера 3 А)** проведем расчеты для 1960 г. по 1958 г. с энергоемкостью соломы 9100...9660 МДж/т. В результате в 1960 г. получим энергоемкость соломы 14090...16840 МДж/т. Исходя из этих показателей энергоемкости соломы в 1964 г. получим солому энергоемкостью 11530... 13880 МДж/т (табл. 23).

Пример 3. В) Аналогично расчету **Примера 3 Б)** проведем расчеты для 1964 г. по 1960 г. с энергоемкостью соломы 9100...9660 МДж/т. В результате в 1964 г. получим энергоемкость соломы 10400...11750 МДж/т (табл. 23).

Для сравнения представим зависимость энергозатрат на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы и энергоемкости соломы в 1964 г. от исходных энергетических эквивалентов подстилочного соломенного полуперепревшего навоза (табл. 23). При внесении навоза с энергетическим эквивалентом 400 МДж/т с распределением затрат на 3 года по базовой технологии (1) при низкой урожайности в 1964 г. энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания озимой пшеницы составят 24,2-25,0 ГДж.

Как видно из этих 3-х примеров энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1964 г. по вариантам расчета [1] с учетом наших предложений составили: А) 28,8...31,4, Б) 31,1...35,0 и В) 27,7...30,3 (табл. 23). При этом энергоемкость соломы в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1964 г. так же существенно отличается: 10690...12370 (А), 11530...13880 (Б) и 10400...11750 (В) (табл. 23). На варианте расчета (Б) она выше на 8-11 % по сравнению с (А), а на (В) – ниже на 4 %. В связи с этими 3-я вариантами расчета энергетический эквивалент навоза, используемый для 1969 г. по результатам 1964 г. составит 2742...3810 (А), 2940...4241 (Б) и 2674...3632 (В). Здесь отмечается почти та же вариабельность, что с энергоемкостью соломы. На варианте расчета (Б) она выше на 7-12 % по сравнению с (А), а на (В) – ниже на 3-5 %.

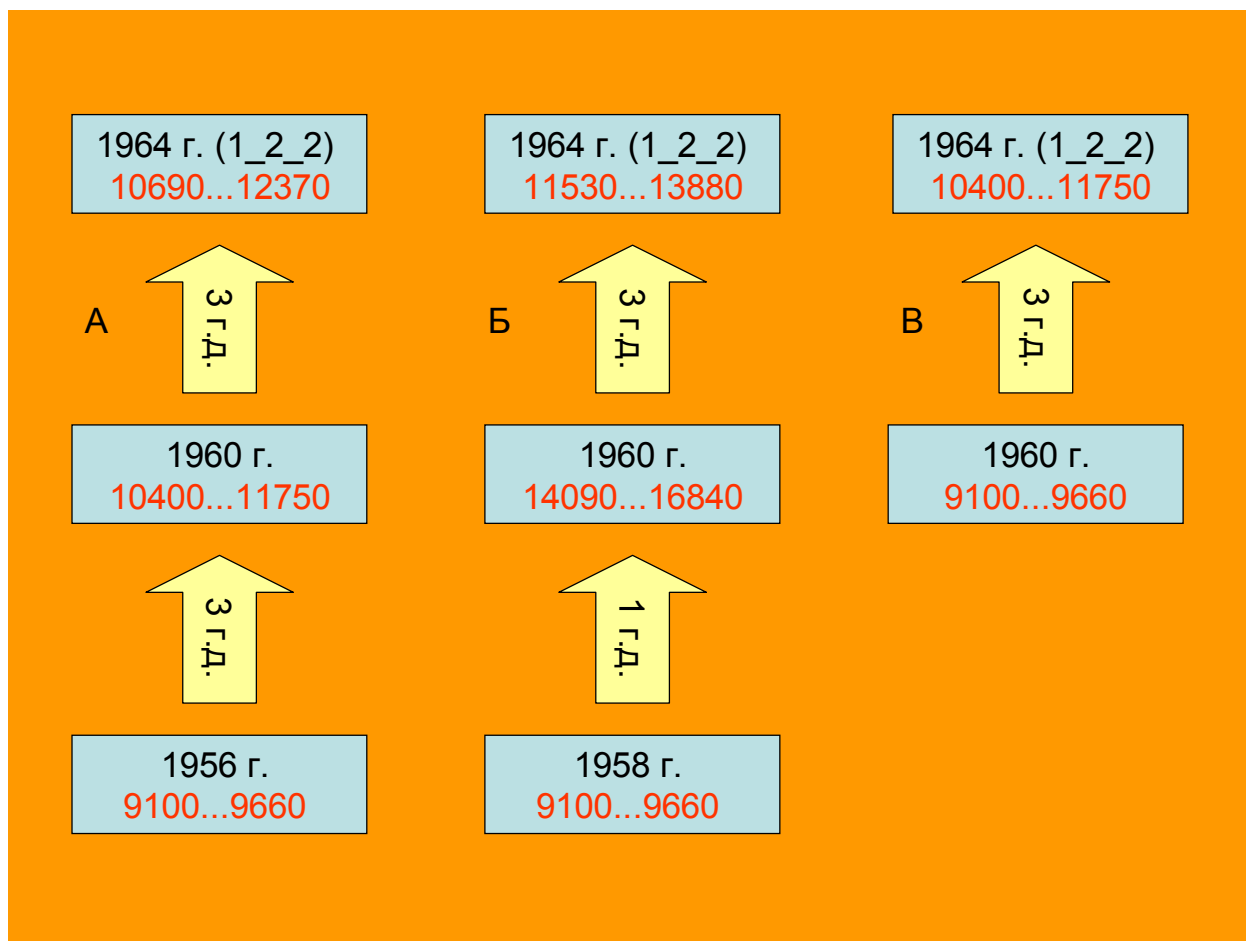


Рис.1. Энергоемкость соломы озимой пшеницы 1964 г. в зависимости от исходных данных, МДж/т.

Аналогично по Миндрину [15] энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1964 г. по вариантам расчета [9] с учетом наших предложений составили: А) 39,1-43,8, Б) 42,6-49,1 и В) 37,9-43,2 (табл. 23). При этом энергоемкость соломы в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы в 1964 г. так же существенно отличается: 14274-16126 (А), 15551-18395 (Б) и 14564-16152 (В) (табл. 23). На варианте расчета (Б) она выше на 9-12 % по сравнению с (А), а на (В) – ниже на 1-3 %. В связи с этими 3-я вариантами расчета энергетический эквивалент навоза, используемый для 1969 г. составит 3555-4848 (А), 3856-5494 (Б) и 3623-4854 (В). На варианте расчета (Б) он выше на 9-14 % по сравнению с (А), а на (В) – на 0-2 %.

В 1956 (А), 1958 (Б) и 1960 (В) гг. значения всех трех показателей равны – это исходные данные. В 1960 г. они по вариантам расчета (А) и (Б) существенно различаются, так как в 1-м случае проявился 3-й год действия навоза (13% антропогенных энергозатрат), а во 2-м – 1-й (34%).

Таблица 23 - Взаимозависимость энергозатрат на 1 га, энергетического эквивалента навоза и энергоёмкости соломы

Годы	Методика....1995 [9]			Миндрин....1997 [15]		
	А	Б	В	А	Б	В
Энергозатраты, ГДж/ га						
1964	28,8-31,4	31,1-35,0	27,7-30,3	39,1-43,8	42,6-49,1	37,9-43,2
1960	27,7-30,3	37,6-43,0	24,2-25,0	37,9-43,2	53,3-62,7	39,1-41,9
1958	-	24,2-25,0	-	-	39,1-41,9	-
1956	24,2-25,0	-	-	39,1-41,9	-	-
Энергоёмкость соломы, МДж/т						
1964	10690-12370	11530-13880	10400-11750	14274-16126	15551-18395	14564-16152
1960	10400-11750	14090-16840	9100-9660	14564-16152	20276-23919	14729-15357
1958	-	9100-9660	436-736	-	14729-15357	560-860
1956	9100-9660	436-736	-	14729-15357	560-860	-
Энергетический эквивалент навоза, МДж/т						
1964	2742-3810	2940-4241	2674-3632	3555-4848	3856-5494	3623-4854
1960	2674-3632	3542-5087	2368-3035	3623-4854	4969-7074	3663-4628
1958	-	2368-3035	400	-	3663-4628	400
1956	2368-3035	400	-	3663-4628	400	-

В табл. 24 представлены совокупные энергозатраты на 1 га и энергоёмкость соломы по базовой технологии возделывания и уборки озимой пшеницы [9], т.е. с энергетическим эквивалентом навоза 400 МДж/т и распределением его действия на три года. Энергозатраты на 1 га отличаются слабо в зависимости от года возделывания озимой пшеницы и находятся в пределах 24,2-31,7 ГДж/га при колебании урожайности от 6,5-7,1 ц/га (1964) до 41,7- 49,2 (1969). Энергоёмкость соломы при этом варьирует от 1080 до 9660 МДж/т.

Таблица 24 - Совокупные энергозатраты на 1 га и энергоёмкость соломы по базовой технологии возделывания и уборки озимой пшеницы [9]

Год	Ротация_культура_поле	Урожайность зерна, ц/га	Энергозатраты, ГДж/га	Энергоёмкость соломы, МДж/т
1969	2 1 3	41,7-49,2	28,7-31,7	1080-1230
1967	2 1 1	42,1-46,0	28,6-31,5	1190-1220
1965	1 2 3	28,4-29,2	27,6-28,7	1730-1780
1964	1 2 2	6,5-7,1	24,2-25,0	9100-9660
1962	1 1 2	31,4-35,1	28,0-29,4	1500-1620

В табл. 25 рассчитаем взаимозависимость энергозатрат на 1 га, энергетического эквивалента навоза и энергоемкости соломы на основе реальных исходных урожайных данных полевого стационара СШ-2 по методике... 1995 [9]

Таблица 25 - Взаимозависимость энергозатрат на 1 га, энергетического эквивалента навоза и энергоемкости соломы

Энергозатраты, ГДж/га			Энергоемкость соломы, МДж/т			Энергетический эквивалент навоза, МДж/т		
1969 г.			1969 г.			1969 г.		
42,2-47,1			1693-1882			625-813		
-	1967 г.		-	1967 г.		-	1967 г.	
-	34,8-39,2		-	1438-1536		-	565-714	
1964 г.	1965 г.	1962 г.	1964 г.	1965 г.	1962 г.	1964 г.	1965 г.	1962 г.
22,6-	25,1-	28,1-	8500-	1180-	1110-	2227-	504-	488-
23,4	26,3	29,4	9010	1210	1150	2850	621	604
1960 г.	1961 г.	1960 г.	1960 г.	1961 г.	1960 г.	1960 г.	1961 г.	1960 г.
-	-	-	-	-	-	400	400	400

опыта 1964 г. – 10% общих антропогенных затрат на производство и хранение навоза (4-й год действия) и 1967 г. – 34% (1-й год действия) (табл. 20, рис. 2). В 1964 г. за основу берем расчетные данные варианта (В) (табл. 23) с поправкой на коэффициент года действия, а в 1967 г. исходными являлись внесение навоза, приготовленного из соломы 1962 г. и 1960 г. (нет данных - 1-й год действия навоза для 1962 г.) в первом случае и внесение навоза, приготовленного из соломы 1965 г. (3-й год действия) и 1961 г. (нет данных - 3-й год действия для 1965 г.) - во втором (табл. 20, рис. 2). Более подробно рассмотрим расчет энергоемкости соломы озимой пшеницы 1967 г. – второй составляющей, влияющей на энергетический эквивалент подстилочного соломенного навоза, внесенного под урожай 1969 г. В 1962 г. использовали навоз, приготовленный из соломы озимой пшеницы опыта 1960 г., который внесли в 1961 г. на 2-м поле под 1-ю озимую пшеницу. По нашему расчету на 1-й год действия навоза распространяется 34% его энергетического эквивалента. Так как урожаи в то время были низкие и у нас отсутствуют данные, то примем значение энергетического эквивалента навоза за 400 МДж/т, для получения которого по нашим расчетам

потребуется энергоемкость соломы 736 МДж/т при 15%-ном разложении и 436 – при 30%-ном. В результате получим в 1962 г. энергоемкость соломы 1110-1150 МДж/т и энергетический эквивалент подстилочного навоза из нее 488-604 МДж/т. Данный навоз вносится под картофель 1964 г., на котором проявляется 1-й год его действия и интересующий нас 4-й год действия в 1967 г. на посевах озимой пшеницы. В результате в расчетах показателей энергетического анализа в 1967 г. используем сумму произведений энергетического эквивалента навоза и коэффициента его распределения по годам (1962 и 1965 гг.), а в 1969 г. - сумму произведений 1964 и 1967 гг.

Аналогично проведены расчеты со значением энергетического эквивалента навоза 2368-3035 МДж/т, принятого в качестве исходных данных 1960-1961 гг. (табл. 26). При сравнении двух табл. 25 и 26 видно различие в значениях показателей: энергозатрат на 1 га и энергоемкости соломы в 1964 г. на 23-30% больше в табл. 26, в 1965 г. – на 31-39% , 1962 г. – на 47-61%, 1967 – на 4-7%, 1969 – на 0-6%. Различия в значениях показателей энергетического эквивалента навоза в 1964 г. на 20-27% больше в табл.26, в 1965 г. – на 17-22%, 1962 г. – на 25-34%, 1967 – на 2-4%, 1969 – на 0-6%. Здесь уместно подчеркнуть, что в 1964 г. при использовании энергетического эквивалента навоза в 400 МДж по методике... 1995 [9] значения энергозатрат на 1 га и энергоемкости соломы в 1964 г. (табл. 24) выше, чем по предлагаемому нами расчету на 6...7%. Это связано с тем, что значение энергетического эквивалента навоза по методике... 1995 [9] распространяется на 3 года (33,3%), а по нашему расчету – 13% на 3-й год действия навоза.

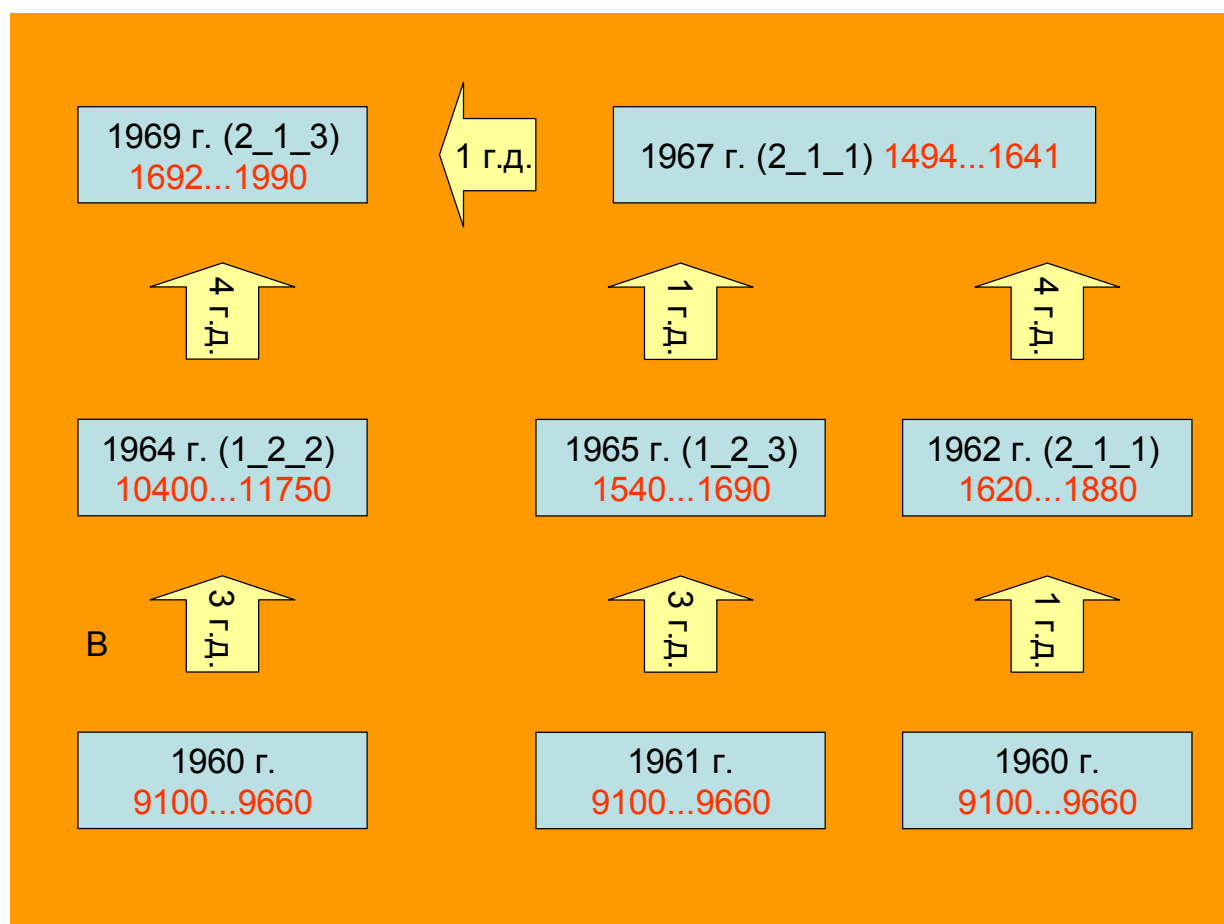


Рис. 2. Энергоемкость соломы озимой пшеницы 1969 г. в зависимости от исходных данных, МДж/т.

Таким образом, энергетический эквивалент подстилочного соломенного навоза не может быть величиной постоянной и зависит от количества и энергоемкости соломы, способа хранения (рыхлого, плотного или их комбинации) и используемой группы энергетических эквивалентов энергоресурсов и живого труда.

Таблица 26 - Взаимозависимость энергозатрат на 1 га, энергетического эквивалента навоза и энергоемкости соломы

Энергозатраты, ГДж/га			Энергоемкость соломы, МДж/т			Энергетический эквивалент навоза, МДж/т		
1969 г.			1969 г.			1969 г.		
42,2-49,8			1692-1990			625-844		
-	1967 г.		-	1967 г.		-	1967 г.	
-	36,2-41,7		-	1494-1641		-	578-744	
1964 г.	1965 г.	1962 г.	1964 г.	1965 г.	1962 г.	1964 г.	1965 г.	1962 г.
27,7-	32,8-	41,4-	10400-	1540-	1620-	2674-	589-758	610-812
30,3	36,5	47,4	11750	1690	1880	3632		
1960 г.	1961 г.	1960 г.	1960 г.	1961 г.	1960 г.	1960 г.	1961 г.	1960 г.
	24,2-25,0			9100-9660			2368-3035	

Энергетический эквивалент навоза изменялся в зависимости от группы энергетических эквивалентов без учета энергоемкости соломы – в 5,9 раза, а с учетом энергоемкости соломы при степени разложения навоза 15% по 1-й технологии в 2,2-4,9, 2-й – 2,2-4,9 и 3-й – 2,1-4,8. Причем при максимальных значениях энергоемкости соломы соотношение было более высоким по сравнению с минимальными.

Колебания значений энергетического эквивалента навоза в представленном материале в зависимости от технологии возделывания зерновой культуры (варианты с различной степенью насыщенности средствами химизации: навоз и минеральные удобрения, пестициды и ретарданты) и метеоусловий года при обычно рекомендуемом 15-30%-ном разложении находились в пределах 192...6031 МДж/т (табл. 7, прил. 3).

Обосновано распределение энергозатрат на производство и хранение подстилочного навоза по годам действия на основе энергетических эквивалентов NPK и многолетних данных Геосети ВИУА по использованию питательных веществ органических удобрений по годам действия: **1-й год – 34, 2-й – 29, 3-й – 13, 4-й – 10, 5-й – 8, 6-й - 6 %.**

Энергоемкость энергетических средств и сельскохозяйственных машин

Марка машины	Масса, кг	МДж	Годовая за- грузка, ч	Отчис- ления на амор- тиза- цию, %	Отчис- ления на текущий ремонт и техобслу- живание, %	Энерго- емкость, МДж/ч
1	2	3	4	5	6	7
<i>Тракторы гусеничные</i>						
ДТ-75	5750	690000	1300	18,5	11,4	159
ДТ-75М	6260	751200	1300	18,5	11,4	173
Т-150	7030	843600	1300	18,5	11,4	194
<i>Тракторы колесные</i>						
К-700	12400	1488000	1350	17	9,3	290
Т-150К	7635	916200	1350	18,1	11,5	201
МТЗ-80	3140	376800	1350	16,1	9,9	72,6
МТЗ-82	3403	408360	1350	16,1	9,9	78,6
МТЗ-50	2750	330000	1350	17,5	9,9	67,0
ЮМЗ-6	3077	369240	1350	17,5	9,9	74,9
ЮМЗ-6АЛ	2950	354000	1350	17,5	9,9	71,8
<i>Машины для уборки и измельчения соломы и доработки зерна</i>						
ПИМ-40	4700	488800	450	20	8,0	304,1
ОВС-25	2000	208000	400	16,5	6,5	119,6
Петкус-гигант К531/1	1300	135200	600	16,5	8,0	55,2
<i>Машины и орудия для основной обработки почв</i>						
ПЛН-3-35	475	49400	500	12,5	14,0	26,2
ПЛН-6-35	1360	141440	500	12,5	14,0	75,0
<i>Орудия для поверхностного рыхления почв</i>						
БЗСС-1,0	35	3640	200	20	20,0	7,28
БДТ-3	1800	187200	180	14,2	9,0	241
БДНТ-2,2	950	98800	180	14,2	9,0	127
<i>Культиваторы</i>						
КПС-4	773	80392	350	14,2	12,5	61,3
КОН-2,8А	412	42848	280	14,2	9,0	36
<i>Машины для приготовления и внесения удобрений</i>						
1РМГ-4	1460	151840	450	20	12,0	108,0
РОУ-6	2000	208000	450	20	11,0	143
КСО-9	4800	499200	450	20	11,0	344

1	2	3	4	5	6	7
Машины для приготовления, транспортировки и внесения средств защиты растений						
ОПС-15	850	88400	320	20	11,0	85,6
Погрузчики, транспортеры, фуражиры						
ФН-1,4	1350	140400	600	16,6	10,0	62,2
ПФП-1,2	1800	187200	600	14,2	10,0	75,5
ПЭ-0,8	1950	202800	600	15,7	10	87
ПЭ-0,8Б	2400	249600	600	15,7	10	107
ПФ-0,5	1100	114400	600	14,2	13	52
Прицепы тракторные						
2ПТС-4	1890	196560	800	14,2	5,0	47
2ПТС-4-887Б	1700	176800	800	14,2	5,0	42
2-ПТС-4М (1)	1530	159120	800	14,2	5,0	38,2
2-ПТС-4М (2)	1710	177840	800	14,2	5,0	42,7
МЖТ-10	3650	379600	800	14,2	5,0	91,1
Сеялки и сажалки						
СЗ-3,6	1380	143520	160	12,5	7,0	175
Бульдозер						
Д-606	775	80600	280	14,2	6,0	58
Буртоукрыватель						
БН-100А	310	32240	140	14,2	6,0	47
Машины для удаления навоза						
ТСН-160	1890	196560	872	14,2	6	46
УТН-30	3500	364000	872	14,2	6	84

Энергоемкость соломы озимой пшеницы в зависимости от группы
энергетических эквивалентов ресурсов, МДж/т

Значения	Год (ротация_культура_поле)		
	1985 (5_1_1)	1985 (4_2_3)	1983 (4_2_1)

1-я группа энергетических эквивалентов [20]

Минимальные	349	613	561
Максимальные	1140	686	653

Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]

Минимальные	0,53	0,67	0,66
Максимальные	0,71	0,68	0,68

2-я группа энергетических эквивалентов [13]

Минимальные	598	873	805
Максимальные	1550	960	914

Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]

Минимальные	0,92	0,95	0,95
Максимальные	0,97	0,96	0,96

4-я группа энергетических эквивалентов [15]

Минимальные	475	1110	1020
Максимальные	1950	1230	1170

Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]

Минимальные	0,73	1,21	1,21
Максимальные	1,22	1,23	1,23

Энергетический эквивалент навоза, МДж/т

Значения	Год (ротация_культура_поле)					
	1985 (5_1_1)		1985 (4_2_3)		1983 (4_2_1)	
	Степень разложения					
	15%	30%	15%	30%	15%	30%

1-я группа энергетических эквивалентов [20]

Минимальные	192	233	254	309	242	294
Максимальные	378	459	272	330	264	320

Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]

Минимальные	0,51	0,51	0,57	0,57	0,57	0,57
Максимальные	0,63	0,63	0,59	0,59	0,58	0,58

2-я группа энергетических эквивалентов [13]

Минимальные	318	386	382	464	366	445
Максимальные	542	658	403	489	392	476

Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]

Минимальные	0,83	0,83	0,86	0,86	0,86	0,86
Максимальные	0,90	0,90	0,87	0,87	0,87	0,87

4-я группа энергетических эквивалентов [15]

Минимальные	309	376	459	558	437	531
Максимальные	656	797	487	591	473	574

Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]

Минимальные	0,81	0,81	1,04	1,04	1,03	1,03
Максимальные	1,09	1,09	1,05	1,05	1,05	1,05

Энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы
в 1990 г. по минимальным значениям энергетических эквивалентов
подстилочного соломенного навоза, ГДж

Вариант	Базовый, ГДж	При разложении 15%		При разложении 30%	
		ГДж	%	ГДж	%
1-я группа энергетических эквивалентов [20]					
1	19,5	20,5-20,7	5,2-6,1	20,7-21,0	6,3-7,5
2	18,7	19,7-19,9	5,4-6,4	19,9-20,1	6,6-7,8
3	17,2	18,2-18,4	5,9-7,0	18,5-18,7	7,1-8,5
4	16,8	17,8-17,9	6,0-7,2	18,0-18,2	7,3-8,7
Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]					
1	0,77	0,76	0,68-0,74	0,75-0,76	0,68-0,74
2	0,79	0,77	0,67-0,73	0,76-0,77	0,67-0,73
3	0,79	0,77	0,67-0,73	0,76	0,67-0,73
4	0,79	0,77	0,67-0,72	0,77	0,67-0,72
2-я группа энергетических эквивалентов [13]					
1	25,0	26,6-26,8	6,5-7,2	26,9-27,2	7,8-8,8
2	23,6	25,2-25,4	6,8-7,6	25,6-25,8	8,3-9,3
3	21,9	23,5-23,7	7,4-8,3	23,8-24,0	9,0-10,0
4	21,2	22,8-23,0	7,6-8,5	23,1-23,3	9,3-10,4
Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]					
1	0,99	0,98	0,85-0,87	0,98	0,85-0,87
2	1,00	0,99	0,85-0,86	0,98	0,85-0,86
3	1,00	0,99	0,85-0,86	0,98	0,85-0,86
4	1,00	0,99	0,84-0,86	0,99	0,84-0,86
4-я группа энергетических эквивалентов [15]					
1	32,9	34,7-35,1	5,2-6,6	35,0-35,6	6,3-8,0
2	29,6	31,3-31,7	5,8-7,3	31,6-32,2	7,0-8,9
3	26,8	28,5-28,9	6,4-8,1	28,9-29,4	7,8-9,8
4	24,1	25,8-26,2	7,1-9,0	26,2-26,7	8,6-10,9
Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]					
1	1,31	1,28-1,29	0,69-0,79	1,27-1,28	0,69-0,79
2	1,25	1,22-1,23	0,72-0,83	1,22-1,23	0,72-0,83
3	1,22	1,20-1,21	0,73-0,84	1,19-1,20	0,73-0,84
4	1,14	1,12-1,13	0,79-0,91	1,12-1,13	0,79-0,91

Энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы
в 1990 г. по максимальным значениям энергетических эквивалентов

подстилочного соломенного навоза, ГДж

Вариант	Базовый, ГДж	При разложении 15%		При разложении 30%	
		ГДж	%	ГДж	%
1-я группа энергетических эквивалентов [20]					
1	19,5	20,8-21,1	6,6-8,2	21,1-21,5	8,0-10,0
2	18,7	20,0-20,3	6,9-8,6	20,2-20,6	8,4-10,5
3	17,2	18,5-18,8	7,5-9,3	18,8-19,2	9,1-11,3
4	16,8	18,0-18,4	7,7-9,6	18,3-18,7	9,3-11,7
Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]					
1	0,77	0,76	0,76-0,79	0,76	0,76-0,79
2	0,79	0,77	0,74-0,78	0,77	0,74-0,78
3	0,79	0,77	0,74-0,78	0,77	0,74-0,78
4	0,79	0,77	0,74-0,77	0,77	0,74-0,77
2-я группа энергетических эквивалентов [13]					
1	25,0	26,9-27,3	7,7-9,3	27,3-27,8	9,3-11,3
2	23,6	25,5-26,0	8,1-9,9	25,9-26,5	9,8-12,0
3	21,9	23,8-24,2	8,8-10,7	24,2-24,7	10,6-12,9
4	21,2	23,1-23,5	9,0-11,0	23,5-24,0	11,0-13,4
Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]					
1	0,99	0,98	0,88-0,90	0,98	0,88-0,90
2	1,00	0,99	0,87-0,89	0,98	0,87-0,89
3	1,00	0,99	0,87-0,89	0,98	0,87-0,89
4	1,00	0,99	0,87-0,89	0,99	0,87-0,89
4-я группа энергетических эквивалентов [15]					
1	32,9	35,2-35,8	7,0-8,6	35,7-36,4	8,5-10,4
2	29,6	31,9-32,4	7,8-9,5	32,4-33,0	9,5-11,6
3	26,8	29,1-29,6	8,6-10,5	29,6-30,2	10,5-12,8
4	24,1	26,4-26,9	9,6-11,7	26,9-27,5	11,7-14,2
Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]					
1	1,31	1,29	0,80-0,82	1,28	0,80-0,82
2	1,25	1,23	0,84-0,86	1,23	0,84-0,86
3	1,22	1,21	0,86-0,88	1,20	0,86-0,88
4	1,14	1,13	0,92-0,94	1,13	0,92-0,94

Энергоемкость соломы озимой пшеницы в зависимости от группы
энергетических эквивалентов ресурсов, МДж/т

Значения	Год (ротация_культура_поле)	
	1986 (5_1_2)	1984 (4_2_2)

1-я группа энергетических эквивалентов [20]

Минимальные	351	651
Максимальные	1050	746

Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]

Минимальные	0,54	0,66
Максимальные	0,70	0,67

2-я группа энергетических эквивалентов [13]

Минимальные	593	929
Максимальные	1450	1060

Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]

Минимальные	0,92	0,95
Максимальные	0,96	0,95

4-я группа энергетических эквивалентов [15]

Минимальные	470	1190
Максимальные	1820	1360

Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]

Минимальные	0,73	1,21
Максимальные	1,20	1,23

Энергетический эквивалент навоза, МДж/т

Значения	Год (ротация_культура_поле)			
	1986 (5_1_2)		1984 (4_2_2)	
	Степень разложения			
	15%	30%	15%	30%

1-я группа энергетических эквивалентов [20]

Минимальные	193	234	263	320
Максимальные	357	434	286	347

Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]

Минимальные	0,51	0,51	0,58	0,58
Максимальные	0,61	0,61	0,59	0,59

2-я группа энергетических эквивалентов [13]

Минимальные	316	384	395	480
Максимальные	518	629	426	518

Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]

Минимальные	0,84	0,84	0,86	0,86
Максимальные	0,89	0,89	0,87	0,87

4-я группа энергетических эквивалентов [15]

Минимальные	308	374	477	580
Максимальные	626	760	517	628

Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]

Минимальные	0,81	0,81	1,04	1,04
Максимальные	1,08	1,08	1,06	1,06

Энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы
в 1991 г. по минимальным значениям энергетических эквивалентов

подстилочного соломенного навоза, ГДж

Вариант	Базовый, ГДж	При разложении 15%		При разложении 30%	
		ГДж	%	ГДж	%
1-я группа энергетических эквивалентов [20]					
1	19,6	20,7	5,4	20,9	6,5
2	18,4	19,5	5,7	19,7	6,9
3	17,3	18,3	6,1	18,6	7,4
4	16,2	17,2	6,5	17,5	7,9
Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]					
1	0,78	0,76	0,69	0,76	0,69
2	0,80	0,78	0,67	0,78	0,67
3	0,79	0,77	0,68	0,76	0,68
4	0,82	0,80	0,65	0,79	0,65
2-я группа энергетических эквивалентов [13]					
1	25,0	26,7	6,6	27,0	8,1
2	23,1	24,7	7,2	25,1	8,7
3	21,9	23,6	7,6	23,9	9,2
4	19,9	21,5	8,4	21,9	10,1
Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]					
1	0,99	0,98	0,85	0,98	0,85
2	1,00	0,99	0,85	0,99	0,85
3	1,00	0,99	0,85	0,99	0,85
4	1,01	1,00	0,84	0,99	0,84
4-я группа энергетических эквивалентов [15]					
1	32,9	34,7	5,4	35,1	6,6
2	29,0	30,7	6,2	31,1	7,5
3	26,8	28,6	6,6	29,0	8,1
4	22,7	24,5	7,8	24,9	9,5
Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]					
1	1,31	1,28	0,70	1,27	0,70
2	1,26	1,23	0,72	1,22	0,72
3	1,22	1,20	0,74	1,19	0,74
4	1,16	1,14	0,79	1,13	0,79

Энергозатраты на 1 га в технологиях возделывания и уборки озимой пшеницы
в 1991 г. по максимальным значениям энергетических эквивалентов

подстилочного соломенного навоза, ГДж

Вариант	Базовый, ГДж	При разложении 15%		При разложении 30%	
		ГДж	%	ГДж	%
1-я группа энергетических эквивалентов [20]					
1	19,6	21,2	8,1	21,5	9,8
2	18,4	20,0	8,6	20,4	10,4
3	17,3	18,9	9,2	19,2	11,1
4	16,2	17,8	9,8	18,1	11,9
Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]					
1	0,78	0,76	0,77	0,76	0,77
2	0,80	0,78	0,75	0,78	0,75
3	0,79	0,77	0,77	0,77	0,77
4	0,82	0,80	0,73	0,79	0,73
2-я группа энергетических эквивалентов [13]					
1	25,0	27,3	9,3	27,8	11,3
2	23,1	25,4	10,1	25,9	12,2
3	21,9	24,2	10,6	24,7	12,9
4	19,9	22,2	11,7	22,7	14,2
Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]					
1	0,99	0,98	0,89	0,98	0,89
2	1,00	0,99	0,88	0,99	0,88
3	1,00	0,99	0,88	0,99	0,88
4	1,01	1,00	0,87	0,99	0,87
4-я группа энергетических эквивалентов [15]					
1	32,9	35,8	8,5	36,4	10,4
2	29,0	31,8	9,7	32,4	11,8
3	26,8	29,6	10,5	30,2	12,7
4	22,7	25,6	12,4	26,2	15,0
Отношение к 3-й группе энергетических эквивалентов [9]					
1	1,31	1,29	0,82	1,28	0,82
2	1,26	1,24	0,85	1,23	0,85
3	1,22	1,21	0,87	1,20	0,87
4	1,16	1,15	0,92	1,15	0,92

Литература

1. Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов. - М.: Колос, 1992. - 224 с.
2. Бузько В.А. “Энергетическая оценка технологий возделывания и уборки озимой пшеницы при длительном применении средств химизации в полевом севообороте центрального Нечерноземья России”. Дис. ... канд. с.-х. наук. М.: ВНИИА, 2008, 127 с.
3. Временная методика энергетического анализа технологических процессов в сельском хозяйстве. Минск, 1991. - 121 с.
4. Васильев В.А. Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Россельхозиздат, 1984. 255 с.
5. Грязев В., Овсянников А., Топилина Е. Методические указания по биоэнергетической оценке технологии производства плодов яблони. Сочи: ВНИИ цветоводства и горного садоводства, 1990. 61 с.
6. Грязев В.А, Гаркуша В.Ф. Анализ энергетических затрат при производстве зерна озимой пшеницы в Ставропольском крае. – М.: Родник, 1998. - 63 с.
7. Гончаров Н.Р., Долженко В.И., Каширский О.П. Нормативы энергетических затрат на пестициды при обработке наземными машинами. 1999. 68 с.
8. Еськов А.И. и др. Справочная книга по производству и применению органических удобрений. Владимир. ВНИПТИОУ, 2001. 495 с.
9. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / А.Н. Никифоров, В.А. Токарев, В.А. Борзенков и др. - М.: ВИМ, М., 1995. 95 с.
10. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке сельскохозяйственной техники, технологических процессов и технологий в растениеводстве / В.А. Токарев, В.Н. Братушкин, А.Н. Никифоров и др. - М.: ВИМ, 1989. - 59 с.

11. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства / Е.И.Базаров, Е.В.Глинка, Д.А.Мамонтова и др. - М.: изд-во Минсельхоз, 1983. 44 с.
12. Методика оценки новых видов органических удобрений по энергетическому критерию (с примером расчета эффективности производства и применения биогумуса) / Стадник Б.Г., Марченко Н.М., Личман Г.И. и др. – М.: Информагротех, 1997. 59 с.
13. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе / В.М. Володин, Р.Ф. Еремина, А.Е. Федорченко, А.А. Ермакова. – Курск: «ЮМЭКС», 1999. 48 с.
14. Мамченков И.П. О накоплении, хранении и применении навоза в колхозах. Михнево, 1952. 15 с.
15. Миндрин А.С. Энергоэкономическая оценка сельскохозяйственной продукции. М.: ВНИИЭТУСХ, 1997. 187 с.
16. Новиков Ю.Ф., Базаров Е.И., Рабштына Б.М. и др. Биоэнергетическая оценка сельскохозяйственных технологий и пути экономии энергии: Методические рекомендации. М.: ВАСХНИЛ, 1983. 34 с.
17. Новоселов Ю.К. и др. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур / М. 1989. 72 с.
18. Нормативные показатели содержания азота, фосфора и калия в органических удобрениях и их сельскохозяйственными культурами на 1991-1995гг. / Кирикой Я.Т., Мерзлая Г.Е., Полуин С.Ф. и др. - М., 1991. 56 с.
19. Органические удобрения в интенсивном земледелии / В.А. Васильев, И.И. Лукьяненко, В.Г. Минеев и др.; Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Колос, 1984. 303 с.
20. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е. Энергетическая оценка технологий возделывания полевых культур / Учебное пособие. – М.: МСХА, 1995. 22 с.

21. Фарафонова Г.И. Эффективность применения полуперепревшего и перепревшего навоза в севообороте на дерново-подзолистой суглинистой слабокультуренной почве. Дис... канд. с.-х. наук, М., 1975. 156 с.

22. Цимбалист Н.И., Ладонин В.Ф., Алиев А.М., Бузько В.А., Шмонин В.А., Цимбалист С.Н. Оценка энергетической эффективности технологий возделывания озимой пшеницы в шести ротациях севооборота многолетнего стационара // Агрохимия. – 2007. - N 7. - С. 49-63.

Учебное издание

*Н.И. Цимбалист, В.Ф. Ладонин, А.Н. Чернышев,
С.В. Трушкин, В.А. Бузько, А.М. Алиев, Н.М. Белоус,
В.Ф. Шаповалов, М.И. Никифоров, В.А. Шмонин, В.В. Талызин,
С.Н. Цимбалист*

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭКВИВАЛЕНТА
СОЛОМЕННОГО ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЭКВИВАЛЕНТОВ КОМПОНЕНТОВ ЗАТРАТ**

Подписано к печати 24.02.2009 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 3.37. Тираж 100 экз. Изд. 1354.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной
академии.
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА.