

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Агроэкологический институт

КАФЕДРА ЭКОЛОГИИ, АГРОХИМИИ И ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Малявко Г.П.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
АГРОТЕХНОЛОГИЙ**

Брянск 2012

УДК 41:31.15
ББК 631:631.171
М 18

Малявко Г.П. Учебно-методическое пособие по курсу энергетическая оценка агротехнологий для студентов агроэкологического института. / Г.П. Малявко.- Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2012. – 48 с.

В связи со стремительным ростом потребления энергии повышается актуальность исследования энергоемкости производства сельскохозяйственной продукции и разработки ресурсосберегающих технологий. Изложены положения, формулы и предложения, позволяющие осуществлять сравнительный анализ различных технологических процессов и технологий при механизации растениеводства.

Предназначено для преподавателей и студентов агрономических специальностей высших и средних учебных заведений.

Рецензенты: зав. кафедрой биологии, кормопроизводства, селекции и семеноводства, доктор с.-х. наук, профессор Дронов А.В. и профессор кафедры растениеводства и общего земледелия Ториков В.Е.

Рекомендовано к изданию методической комиссией Агроэкологического института Брянской государственной сельскохозяйственной академии, протокол №9 от 24 мая 2012 года.

© Брянская ГСХА, 2012
© Малявко Г.П., 2012

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Обоснование агроэнергетического анализа.....	5
2. Общие положения методики расчета энергетической эффективности технологий.....	6
3. Расчет затрат энергии на тракторы, с.-х. машины и автотранспортные средства (Q_1).....	7
4. Расчет затрат энергии, вложенной трудовыми ресурсами (Q_2).....	12
5. Расчет затрат энергии на ГСМ (Q_3).....	15
6. Резервы экономии топлива.....	17
7. Расчет энергии, затрачиваемой на органические и минеральные удобрения (Q_4).....	19
8. Расчет энергозатрат на пестициды (Q_5).....	23
9. Расчет энергозатрат на электроэнергию (Q_6).....	25
10. Расчет энергии, затраченной в технологиях с семенами (Q_7).....	26
11. Энергетический анализ мероприятий по защите окружающей среды.....	26
12. Энергетический анализ технологий возделывания полевых культур.....	27
13. Энергетический анализ мероприятий по защите окружающей среды.....	29
14. Краткий словарь по энергетике (предложенные и используемые основные термины и определения).....	32
Рекомендуемая литература.....	34
Приложения.....	35

ВВЕДЕНИЕ

Успешное развитие АПК требует широкого внедрения энергосберегающих технологий, осуществления целенаправленной технической политики в сельскохозяйственном машиностроении и организационно-технических мероприятий повышающих эффективность использования топливно-энергетических ресурсов.

Острота топливно-энергетической проблемы обусловлена тем, что мировые разведанные запасы топлива невелики. Проблема энергетического обеспечения сельскохозяйственного производства в отличие от других отраслей народного хозяйства усугубляется не только необходимостью увеличения объема производства продукции в связи с ростом общей численности населения и его благосостояния, но и значительным сокращением рабочей силы в сельской местности. Сельское хозяйство стало крупным потребителем энергии, особенно нефтепродуктов. На агропромышленный комплекс в последнее время приходится 15% всех энергозатрат и 40% нефтепродуктов.

Нерешенные проблемы энергетического баланса в стране стали существенным тормозом темпов прироста производства. В такой ситуации анализ потребления энергии в сельском хозяйстве - необходимый элемент комплексного исследования энергоемкости продукции во всем народном хозяйстве.

При исследовании энергетических потребностей сельского хозяйства необходимо определять энергоемкость производства сельскохозяйственных продуктов по единым для всего народного хозяйства методам и методикам с использованием сравнимых параметров, коэффициентов для пересчета и т.п. Это позволит сравнивать результаты исследований топливно-энергетических затрат в сельском хозяйстве нашей страны и других стран.

В настоящем учебно-методическом пособии приведены положения, формулы и предложения, позволяющие осуществлять сравнительный анализ различных технологических процессов и технологий при механизации растениеводства.

1. Обоснование агроэнергетического анализа

Технологический процесс производства сельскохозяйственной продукции оценивается системой различных показателей. Применяемые в настоящее время методы оценки по затратам труда (чел-час) и экономическим показателям (руб) в руде случаев недостаточны, поскольку оценка по затратам труда характеризует уровень механизации в с.-х. производстве, а экономическая оценка зависит от конъюнктуры рынка особенно в настоящее время, так как систематически происходит изменение цен на материалы и услуги. Поэтому в последние годы в мировой практике, наряду с традиционными методами оценки посредством денежных и трудовых показателей, все большее значение приобретает метод энергетической оценки технологий, учитывающий как количество энергии аккумулированной в сельскохозяйственной продукции, так и затраченной на её производство.

Энергетическая оценка имеет ряд преимуществ перед экономической:

Во – первых результаты сельскохозяйственной деятельности выражаются в единых международных единицах (МДж); (На генеральной конференции по международным мерам и весам в 1960 г. была принята ныне существующая система единиц СИ, по которой в качестве основной единицы измерения энергии принят Джоуль) (прил. 1);

Во – вторых она характеризует действительные общественно необходимые затраты и не обусловлена политикой ценообразования;

В – третьих данный анализ позволяет сопоставить эффективность технологий в различных странах и в различные периоды времени без сложных поправок на индексы цен;

В – четвертых она при необходимости может быть переведена в любые денежные единицы, если известна стоимость одного гигаджоуля (ГДж), т.е. на её основе может быть дана экономическая оценка.

Мысль о необходимости оценки труда в энергетических единицах получила развитие в работах В.И.Вернадского, Г. Кржижановского, а также у современных исследователей В.В. Лазовского, Ю.Ф.Новикова, Е.И. Базарова, В.И. Драгайцева, Н.М. Морозова, А.А. Жученко.

Агроэнергетический анализ следует применять как при оценке технологий, так и при испытании сельскохозяйственной техники. Он включает рассмотрение притока в сельское хозяйство энергии, расходуемой на производство продуктов питания, позволяет оценивать существующие и планируемые технологии, их перспективность с точки зрения энергетической эффективности по сравнению с применяемыми. В то же время этот показатель не заменяет, а дополняет оценку технологий по другим показателям, например затратам труда, экономической эффективности и др.

2. Общие положения методики расчета энергетической эффективности технологий

За основной критерий энергетической оценки технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур принимают показатель энергетической эффективности. Он учитывает затраты энергии как прямой, так и косвенной (овеществленной), необходимой для производства продукции, а также энергию, которая содержится в конечном продукте. Затраты энергии и ее выход должны быть выражены в сопоставимых единицах. При этом принимают во внимание теплосодержание используемых нефтепродуктов, энергозатраты на их производство, энергоемкость машин, удобрений и энергосодержание сельскохозяйственной продукции в МДж или ккал/кг.

Отношение энергии (Q_p), содержащейся в конечном сельскохозяйственном продукте, к энергии (Q), затраченной на его производство, дает энергетическую эффективность (E) данной технологии:

Эффективность энергозатрат – это отношение полученных результатов к производственным затратам.

$$E = \frac{Q_p}{Q} \quad \text{max, где}$$

Q_p - энергия, накопленная хозяйственно-ценной частью урожая, МДж/га;

Q - совокупная энергия, израсходованная на возделывание сельскохозяйственной культуры, МДж/га.

Энергию, накопленную хозяйственно-ценной частью урожая определяют по формуле:

$$Q_p = \lambda \times Y, \text{ где}$$

λ - биохимическая энергия единицы урожая при стандартной влажности, МДж/т.

Y – урожайность, т/га.

Затраты совокупной энергии (Q) рассчитывают по следующим статьям:

Q_1 – затраты энергии на производство тракторов, сельскохозяйственных машин, автотранспорта;

Q_2 – затраты совокупной энергии, вложенные трудовыми ресурсами;

Q_3 - затраты энергии на все виды ГСМ;

Q_4 – затраты энергии на производство удобрений;

Q_5 – затраты энергии на производство пестицидов;

Q_6 – затраты электроэнергии;

Q_7 – затраты энергии с семенами.

Для определения энергозатрат необходимо составить технологическую карту, на основе которой определяют время участия тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин в технологическом процессе, затраты живого труда по категориям сложности, расход дизельного топлива, бензина, а также видовой состав и количество удобрений, пестицидов, затраты электроэнергии и т. д.

3. Расчет затрат энергии на тракторы, с.-х. машины и автотранспортные средства (Q_1)

Развитие сельскохозяйственного производства в значительной мере определяется его технической базой, оснащением села высокопроизводительными машинами и рациональным их использованием. Удельная доля затрат на эксплуатацию машинно-тракторного парка при возделывании основных культур в растениеводстве составляет до 50%.

С учетом значительного старения парка техники его обновление является главной стратегической задачей на ближайшую перспективу.

Обновление технической базы подразделяется на простое и качественное. При простом - отслужившая срок машина заменяется новой с такими же параметрами, при качественном - старая машина заменяется более производительной и экономичной, применяются более прогрессивные технологии производства сельскохозяйственных культур. Это приводит к сокращению потребности в машинах и оборудовании, экономии материальных затрат и снижению себестоимости продукции.

Данные по энергоемкости тракторов, с.-х. машин и автотранспортных средств приведены в приложении 2, где указана их масса, полная энергоемкость, годовая нагрузка, годовая амортизация и затраты энергии на текущий ремонт и техническое обслуживание. В качестве окончательного для расчетов показателя приведена энергоемкость (МДж/час).

Для расчета затрат энергии в таблицу 1 согласно технологической карты вписываются марки тракторов, комбайнов и с.-х. машин и время их участия в технологическом процессе. Энергоемкость технических средств (МДж/час) берется с приложения 2. Совокупная энергия рассчитывается путем перемножения количества технических средств (шт) на время их участия в технологическом процессе (час) и энергоемкость (МДж/час).

Таблица 1

Затраты энергии на тракторы, комбайны и с.-х. машины

№ п/п	Тракторы, с.-х. машины		Время участия в технологическом процессе, час.	Энергоем- кость, МДж/час	Совокупная энергия, МДж
	марка	кол-во, шт.			
1	2	3	4	5	6
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					
21.					
22.					
23.					
24.					
25.					
26.					
27.					
28.					
29.					
30.					
31.					
32.					
33.					
34.					
35.					

36.					
37.					
38.					
39.					
40.					
41.					
42.					
43.					
44.					
45.					
46.					
47.					
48.					
49.					
50.					
51.					
52.					
53.					
54.					
55.					
56.					
57.					
58.					
59.					
60.					
61.					
62.					
63.					
64.					
65.					
66.					
67.					
68.					
69.					
70.					
71.					
72.					
73.					
74.					
75.					
76.					
77.					
78.					

79.					
80.					
81.					
82.					
83.					
84.					
85.					
86.					
87.					
88.					
89.					
90.					
91.					
92.					
93.					
94.					
95.					
96.					
97.					
98.					
99.					
100.					
101.					
102.					
103.					
104.					
105.					
106.					
107.					
108.					
109.					
110.					
111.					
112.					
113.					
114.					
115.					
116.					
117.					
118.					
119.					
ИТОГО					

Для расчета затрат энергии на автоперевозки необходимо заполнить таблицу 2.

Таблица 2

Затраты энергии на автотранспорт

№ п/п	Марка автомобиля	Объем работ, т	Расстояние перевозки, км	Грузоподъемность автомобиля, т	Общий пробег, км	Энергоемкость, МДж/км	Совокупная энергия, МДж
1	2	3	4	5	6	7	8
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
ИТОГО							

Расстояние перевозки (км) определяется делением количества т/км на объем работ (т).

Количество рейсов – это отношение объема работ (т) к грузоподъемности автомобиля (т).

Общий пробег (км) рассчитывается как произведение количества рейсов на расстояние перевозки (км) умноженное на 2.

Энергоемкость (МДж/км) и **грузоподъемность** (т) автомобиля представлены в приложении 3.

Совокупная энергия рассчитывается путем перемножения общего пробега (км) на энергоемкость (МДж/км).

4. Расчет затрат энергии, вложенной трудовыми ресурсами (Q_2)

В процессе выполнения работы затрагивается непосредственно энергия человека или энергия живого труда, которая восполняется потреблением пищи. Для поддержания нормальной жизнедеятельности человеку в сутки необходимо от 11 до 18 МДж энергии или 2629-4302 ккал (по международным нормам 13 МДж или 3160 ккал энергии).

В таблице 3 представлена суточная потребность в энергии трудоспособного населения по профессиям.

Таблица 3

Затраты энергии трудоспособного населения по профессиям

Группа интенсивности труда	Профессия	Потребность в энергии, кДж	
		мужчины	женщины
1	Руководители предприятий и организаций, итр и т.д.	10669-11715	9205-10042
2	ИТР (занятые легким трудом), операторы электрифицированных машин и т.д.	11506-12552	9832-10669
3	Ремонтные рабочие (средний по тяжести труд), слесари, бригадиры полеводческих и тракторных бригад и т.д.	12342-13388	10460-11296
4	Основная масса с.-х. рабочих и механизаторов (трактористы, машинисты, шоферы и т.д.)	14434-15480	12133-13179
5	Работники, занятые особо тяжелым физическим трудом	16317-17991	-

Т.о. чем тяжелее работа, тем больше энергии затрачивается человеком на её выполнение и выше эквивалент энергетических затрат живого труда.

Эквивалентом энергетических затрат живого труда называют затраты энергии одним работником определенной профессии в течение одного часа работы или чел.-часа.

Имеется несколько методических приемов учета энергетических затрат труда человека.

Булаткин АГ. рекомендует рассчитывать затраты труда в **чел-час**, которые определяют путем умножения числа работников, обслуживающих агрегаты на количество нормосмен и продолжительность времени смены в часах.

Например: требуется провести вспашку на площади 100 га. Вспашка выполняется трактором ДТ-75 с плугом ПЛН-4-35 при норме выработки 4,8 га за смену.

$$1 \times (100:4,8) \times 7 = 145,6 \text{ чел.-час.}$$

Е.И. Базаров предложил методику полного учета энергетических затрат совокупного труда рассчитывать с помощью энергетических эквивалентов, разработанных для определения затрат энергии по комплексу элементов по формуле:

$$Q_1 = q \times n, \text{ где}$$

q – затраты живого труда на 1 чел - час или эквивалент энергетических затрат живого труда, МДж;

n – количество чел - часов.

По данным ФАО затраты живого труда по категориям работ можно классифицировать следующим образом:

очень легкая – 0,6 МДж/чел - час

легкая – 0,9 МДж/чел - час

средняя – 1,26 МДж/чел - час

тяжелая – 1,86 МДж/чел - час

очень тяжелая – 2,52 МДж/чел - час

Для расчета энергозатрат труда человека следует пользоваться следующими эквивалентами энергетических затрат живого труда:

управление гусеничными тракторами (ДТ-75) – 1,86 МДж/чел - час;

управление колесными тракторами (Т-150К; МТЗ-80/82 и др.) – 1,26 МДж/чел - час;

управление комбайнами СК-5 «Нива», Дон-1500 - 1,86 МДж/чел - час;

управление автомобилем – 1,26 МДж/чел - час;

операторы электрифицированных машин – 0,9 МДж/чел - час;

грузчики – 1,86 МДж/чел - час;

полевые рабочие - 0,9 МДж/чел - час;

ремонтные рабочие – 0,9 МДж/чел - час;

ИТР - 0,9 МДж/чел - час.

Для расчета затрат энергии трудоспособного населения по профессиям необходимо заполнить таблицу 4 согласно данных ТК.

Расчет затрат энергии труда человека

№ п/п	Профессии	Энергозатраты на 1 чел.-час, МДж	Количество, чел.-час.	Затраты совокупной энергии, МДж
	1	2	3	4
1.	Трактористы – машинисты: а) управление гусеничными тракторами; б) управление колесными тракторами			
2.	Комбайнеры			
3.	Шоферы			
4.	Операторы электрифицированных машин			
5.	Полевые рабочие			
6.	Грузчики			
7.	Ремонтные рабочие			
8.	ИТР			
	ИТОГО	-		

Основные пути снижения затрат труда человека

1. Уменьшение числа рабочих, обслуживающих агрегат благодаря использованию навесных машин, автоматизации регулирования и управления агрегатом, правильной организации труда.

2. Увеличение мощности двигателя и скорости движения агрегатов в результате применения скоростных тракторов и машин для работы на повышенных скоростях, автоматического изменения скоростей агрегатов в зависимости от условий работы.

3. Уменьшение удельного сопротивления почвы благодаря улучшению конструкции машин и рабочих органов и содержание их в исправном состоянии.

4. Сокращение доли ручного труда путем автоматизации производственных процессов.

5. Расчет затрат энергии на ГСМ (Q₃)

В связи с энергетическим кризисом и резким возрастанием стоимости нефтепродуктов назрела острая необходимость в анализе производства продукции сельского хозяйства с точки зрения энергозатрат и, в первую очередь, затрат жидких нефтепродуктов.

Для расчетов энергозатрат на ГСМ используются данные технологической карты. Зная расход ГСМ и теплоту его сгорания, совокупные затраты энергии рассчитываются по формуле:

$$Q_3 = H \times (a + f), \text{ где}$$

H – расход топлива, кг;

a – теплота сгорания топлива, МДж/кг;

f – коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии на производство топлива, МДж/кг

Теплота сгорания топлива и коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии на его производство представлены в таблице 5.

Таблица 5

Теплота сгорания топлива

Вид топлива	Теплота сгорания, МДж/кг	Коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии на производство топлива, МДж/кг
Бензин	44,0	10,5
Дизельное топливо	42,7	10,0

Для расчета затрат энергии на ГСМ при работе тракторов и комбайнов необходимо заполнить таблицу 6 согласно данных ТК.

Таблица 6

Расчет затрат энергии на ГСМ при работе тракторов и комбайнов

Виды работ	Расход топлива на 100 га, кг	Теплота сгорания, МДж/кг	Коэффициент учитывающий доп. эн. МДж/кг	Расход энергии, МДж
1	2	3	4	5
Тракторные работы				
Уборка комбайном				
ИТОГО				

Расход жидкого топлива (кг/т) при работе автотранспорта определяют по формуле:

$$G_a = \frac{H \times L \times \gamma}{50 \times Q} \times \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right), \text{ где}$$

- H - линейная норма расхода жидкого топлива на 100 км пробега, л;
- α - увеличение линейной нормы в зависимости от категории дороги, %;
- L - расстояние перевозки, км;
- γ - плотность бензина (0,72 кг/л);
- Q – грузоподъемность автомобиля, т.

Грузоподъемность автотранспорта и линейная норма расхода жидкого топлива и представлены в приложении 3, 4.

Согласно данных ТК для расчета затрат энергии на ГСМ при автоперевозках необходимо заполнить таблицу 7.

Таблица 7

Расчет затрат энергии на ГСМ на автоперевозки

Марка автомобиля	Объем перевозимого груза, т	Расход жидкого топлива, кг/т	Теплота сгорания топлива, МДж/кг	Коэффициент учитывающий доп. эн., МДж/кг	Расход энергии, МДж
1	2	3	4	5	6
ИТОГО					

6. Резервы экономии топлива

На экономию топливно-смазочных материалов влияет множество факторов.

Конструктивные факторы. Основными факторами, влияющими на снижение расхода ТСМ на основе совершенствования конструкций, являются: повышение надежности машин и термостойкости деталей двигателей при одновременном снижении теплопередачи через них; снижение массы при одновременном повышении жесткости конструкции, потерь на трение деталей двигателей, механических потерь в деталях с целью сокращения энергетических затрат на привод систем охлаждения, питания и освещения; возможность работы двигателей на низкосортных и альтернативных видах топлива; улучшение режимов пуска и прогрева двигателей за счет совершенствования характеристик ТНВД; разработка и внедрение электронных систем регулирования, контроля технического состояния механизмов и управления процессами подачи, дозирования и впрыска топлива, а также скоростными и энергетическими режимами работы МТА и др.

Технологические факторы. К ним относится совершенствование производственных процессов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур: минимальная обработка почвы, прямой посев, замена отвальной обработки почвы чизельной, дискованием, совмещением отдельных операций. Затраты энергии можно сократить применением азотофиксирующих культур и микроорганизмов, позволяющих уменьшить дозы минеральных азотных удобрений, а также новых технологических процессов, исключающих или снижающих затраты топливной энергии при сушке, хранении и обработке сельскохозяйственных культур и др.

Разработаны различные приемы обработки почвы, основанные на уменьшении глубины обработки и изменении способа (без оборота пласта, рыхление и т.п.) воздействия орудия на почву, которые получили название минимальной и нулевой обработки почвы.

Минимальная обработка почвы направлена на снижение механических воздействий рабочих органов машин и уплотняющего воздействия ходовых систем на почву, сохранение плодородия и снижение затрат на ТСМ. Характерный пример минимальной обработки почвы - посев сеялкой, оборудованной специальными сошниками, в необработанную почву, что, кроме экономии ТСМ, предотвращает эрозию почвы.

Исследования показывают, что упрощенную поверхностную обработку можно чередовать с обработкой почвы на большую глубину без снижения урожайности. Для разных посевов это сочетание может быть различным. Многолетние опыты, проводимые в Польше, показывают, что на средних и тяжелых почвах результаты почвообработки машинами с активными рабочими органами оказались не хуже результатов типовой плужной обработки.

В Германии и других странах снижение расхода топлива обеспечивается за счет уменьшения глубины вспашки с 25-30 до 18-20 см, что позволяет увеличить производительность МТА на 15-20, а затраты топлива снизить на 30-35%.

Имеются существенные резервы снижения затрат энергии с применением более совершенных систем машин. Так, применение шестирядной системы машин для посадки и ухода вместо четырехрядной снижает затраты энергии на 7,2%. На уборке картофеля копатель-погрузчик Е-684 по сравнению с комбайном ККУ -2А более чем в 2 раза сокращает расходы топлива (22,5 л/га против 60,42 л/га).

По рекомендациям ВИМ, при подборе машин для реализации технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур необходимо ориентироваться на наиболее экономичные, легкие, надежные, которые являются приоритетными и при покупке сельскохозяйственной техники. По возможности мобильные процессы целесообразно переносить в стационарные условия, что позволит эффективно использовать энергоносители других видов: электроэнергию, газ, уголь, мазут и т.д. Несоблюдение сроков проведения основных операций (вспашка, закрытие влаги) снижает урожайность на 20-40% и повышает энергоемкость продукции.

Большая доля ресурсов затрачивается на транспортные работы. В числе мер, направленных на экономию ТСМ при перевозках сельскохозяйственных грузов, могут быть:

- максимальное сокращение использования тракторов на транспортных работах там, где это вызывает больший расход, чем у других видов транспорта;
- введение отдельных севооборотов для бригад и отделений с целью сокращения расходов ТСМ на перегон МТА с одного участка работы на другой;
- размещение культур, требующих больших объемов перевозки (кукуруза на силос, кормовые корнеплоды и др.), ближе к местам их использования и хранения;
- применение в стационарных процессах вместо нефтепродуктов, возобновляемых источников энергии (позволяет сэкономить до 5-6,5 млн. т дизельного топлива в год).

Экономичность различных организационно-технологических мер, способствующих экономии топлива, дана в таблице 8.

Таблица 8

Перечень организационно-технологических мер, способствующих экономии нефтепродуктов

Мероприятие	Экономия топлива, %
Применение обработки почвы:	
безотвальной	20-25
минимальной	30-40
Замена колесных тракторов гусеничными при обработке почвы,	20-25
Проверка и технологическое регулирование сельхозмашин	10-15
Применение:	
комбинированных агрегатов при обработке почвы	20-30
съемных приспособлений для перевозки легковесных грузов	10-15
Оптимизация схем внутривозвездных перевозок грузов	10-15

7. Расчет энергии, затрачиваемой на органические и минеральные удобрения (Q₄)

Плодородие почвы - основной фактор получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Наиболее важный показатель плодородия почвы наличие в ней гумуса, для повышения, содержания которого, вносят органические и минеральные удобрения, а также проводят другие агротехнические мероприятия (известкование почвы и т.д.).

При переходе на технологии бережливого земледелия необходимо внесение большего количества азотных удобрений при возделывании всех культур (кроме бобовых). Это связано с тем, что микроорганизмы потребляют углерод из растительных остатков (он содержится в растительных остатках в большом количестве), а азот частично из почвы. Азот стимулирует рост вегетативной массы растений, определяет уровень урожайности и качество зерна. Высокие урожаи сельскохозяйственных культур во многом зависят от обеспеченности их доступными формами азота. В паровом поле накапливается 80-120 кг/га и более нитратного и аммиачного азота, по многолетним бобовым предшественникам - 60-80, по зерновым и пропашным - 30-60 кг/га. Во время вегетации растений за счет минерализации гумуса количество азота увеличивается еще на 20-50 кг/га. Недостающее количество вносят в виде минеральных удобрений.

Определенное место в ассортименте минеральных удобрений при ресурсосберегающих технологиях должен занять безводный аммиак. Его преимущества: более низкая себестоимость, практически одинаковая окупаемость с аммиачной селитрой и мочевиной, возможность полной механизации всех технологических операций, отсутствие потерь при транспортировке. В отличие от нитратных форм других азотных удобрений аммиак прочно закрепляется почвой и используется растениями постоянно.

Другой особенностью бережливого земледелия является заделка удобрений не на всю глубину корнеобитаемого слоя. В этих условиях наибольшую эффективность в связи со слабым передвижением по профилю почвы проявляют фосфорно-калийные удобрения при внесении их в верхний слой почвы, где они создают оптимальные условия для первоначального критического периода развития растений.

Фосфор оказывает стимулирующее влияние на развитие корневой системы, формирование репродуктивных органов, ускоряет созревание. Фосфорные удобрения повышают зимостойкость культур на 15-20%, сокращают расходы воды на единицу урожая. Фосфор малоподвижен в почве и практически весь закрепляется в том слое, в который были внесены удобрения. Фосфорные удобрения частично вносят осенью под минимальную обработку (при необходимости внесения больших доз) и перед посевом или при посеве в качестве стартовых доз, полностью обеспечивающих растения фосфором в начальный период роста.

Калий способствует накоплению растениями сахаров, что предохраняет озимые хлеба от вымерзания, повышает прочность соломины и устойчивость растений к поражению корневой гнилью и ржавчиной, ускоряет передвижение углеводов из стеблей и листьев в колос, увеличивая натурную массу зерна. Калийные удобрения вносят в основном осенью под обработку почвы.

По накоплению гумуса 1 т измельченной соломы, запаханной в почву, при обогащении ее 10 кг азота приравнивается к 3,5 т подстилочного навоза и обходится в 5-6 раз дешевле, чем использование равноценного количества навоза. Это огромный резерв ресурсосбережения и повышения плодородия почвы на возделывании зерновых культур.

Однако значительная часть соломы, особенно озимых культур и ячменя сжигается или находится в скирдах на полях, являясь рассадником болезней, вредителей и сорняков, а также помехой при выполнении полевых работ.

Энергетическая оценка мероприятий направленных на повышение плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур может быть проведена с учетом вида удобрений, их количества, энергетических эквивалентов, а также энергозатрат на внесение их в почву.

Энергозатраты на применение органических удобрений рассчитываются исходя из норм внесения, прямого действия, последствия и энергетического эквивалента. Учитывая то обстоятельство, что традиционные органические удобрения (навоз, компосты) в настоящее время вносятся под пропашные культуры в относительно невысоких нормах 40-50 т/га, то эффективность их последствия небольшая по времени:

1-й год последствие	2-й год последствие	3-й год последствие
40-50%, (45%)	30-40% (35%)	20-30% (20%)

Энергетические эквиваленты органических удобрений представлены в таблице 9.

Таблица 9

Вид удобрений	Энергетический эквивалент, МДж/т
Навоз (сухое вещество)	2100
Навоз: 80% влажности	420
70% влажности	630
60% влажности	840
Торфонавозный компост	1700
Сурепица на сидерат	3506
Солома яр. пшеницы	14400
Солома ячменя	14300
Солома озимой ржи	14500
Солома овса	14100
Солома гороха	14600
Солома гороха с овсом	14350

Энергоемкость минеральных удобрений определяют исходя из следующих данных:

- количества вносимых туков при возделывании той или иной культуры (делается выборка из ТК);
- минеральные удобрения разносятся по видам (лучше по формам);
- энергетических эквивалентов (приложение 5).

Пример: при возделывании озимой ржи применяют:

а) минеральные удобрения - $N_{70}P_{50}K_{50}$.

Расчет ведут через энергетические эквиваленты:

$$N_{70} - 80,0 \text{ МДж/кг д.в.} \times 70 = 5600 \text{ МДж/га}$$

$$P_{50} - 13,8 \text{ МДж/кг д.в.} \times 50 = 690 \text{ МДж/га}$$

$$K_{50} - 8,8 \text{ МДж/кг д.в.} \times 50 = 440 \text{ МДж/га}$$

$$\text{ИТОГО:} = 6730 \text{ МДж/га}$$

б) минеральные удобрения - аммиачная селитра - 250 кг/га, суперфосфат двойной - 150 кг/га, хлористый калий - 100 кг/га.

Расчет ведут через энергетические эквиваленты:

$$27,6 \text{ МДж/кг ф.м.} \times 250 = 6900 \text{ МДж/га}$$

$$6,4 \text{ МДж/кг ф.м.} \times 150 = 960 \text{ МДж/га}$$

$$5,3 \text{ МДж/кг ф.м.} \times 100 = 530 \text{ МДж/га}$$

$$\text{ИТОГО:} = 8390 \text{ МДж/га}$$

Расчеты следует вести по форме, представленной в таблице 10.

Расчет затрат энергии на производство минеральных удобрений

Виды и формы удобрений	Расход удобрений на 100 га, кг		Энергетический эквивалент, МДж/кг		Затраты энергии, МДж
	д. в.	физ. массы	по д. в.	по физ. массе	
1	2	3	4	5	6
Азотные					
1.					
2.					
3.					
Фосфорные					
1.					
2.					
Калийные					
1.					
2.					
Сложные					
1.					
2.					
ИТОГО					

8. Расчет энергозатрат на пестициды (Q₅)

Анализ тенденций развития и совершенствования способов ведения современного сельского хозяйства показывает, что повышение урожайности сельскохозяйственных культур во многом определяется уровнем его химизации. Ни одно современное сельскохозяйственное предприятие не может рассчитывать на стабильные успехи, если не обеспечит надежной и эффективной защиты возделываемых культур. По расчетам специалистов, без проведения надлежащих специальных мероприятий потери урожая от вредителей, болезней и сорняков на зерновых культурах и сахарной свекле составляют 25%, овощных и плодовых - 29, картофеле - свыше 30%. Гербициды позволяют уничтожить до 75-90% сорняков на полях. Меры по защите растений в интенсивных технологиях обеспечивают 40-90% прибавки урожая, которая достигает в среднем 20 ц/га. И совершенно очевидно, что по мере дальнейшей интенсификации сельскохозяйственного производства роль защиты растений будет возрастать, так как одновременно с созданием более благоприятных условий для роста культурных растений создаются и лучшие условия для развития сорной растительности и размножения вредных микроорганизмов.

Однако увеличение объемов использования химических средств защиты растений неизбежно приводит к возрастанию пестицидной нагрузки на окружающую среду, в результате чего нарушается) устойчивость экосистем, и как ответная реакция на это, формируются популяции сорняков и вредителей, резистентных (устойчивых) к длительно используемым пестицидам, снижается иммунитет человека и растений, наблюдается пагубное воздействие на все живое в почве, воздухе и воде, возрастают затраты.

Наиболее слабыми звеньями в цепи факторов, обуславливающих эффективность использования пестицидов, являются технологии и технические средства для внесения ядохимикатов. Именно их совершенствование позволяет увеличить экономическую эффективность, экологическую и фитосанитарную безопасность применения пестицидов.

Энергоемкость производства пестицидов велика, поэтому надо шире использовать севооборот, устойчивые сорта, сроки уборки и т. д.

Учет затрат на пестициды и ретарданты производится согласно данных ТК. Пестициды заносятся в таблицу 11 (по видам). Энергетические эквиваленты представлены в приложении 6.

Пример: при возделывании озимой пшеницы применяют:

а) *протравитель "Витавакс"* - 75 % смачивающийся порошок, норма применения 3,0 кг/т. Норма высева семян 230 кг/га. Расход препарата на норму высева семян:

$3,0 \text{ кг/т} \times 0,23 \text{ т} = 0,69 \text{ кг/га}$. В действующем веществе это: $0,69 \text{ кг/га} \times (\%) 0,75 = 0,52 \text{ кг/га}$. Энергетический эквивалент фунгицида (смачивающегося порошка) 116,6 МДж/кг д.в. В нашем примере: $116,6 \text{ МДж/кг д.в.} \times 0,52 \text{ кг/га} = 60,6 \text{ МДж/га}$.

б) ретардант ЦеЦеЦе - 60 % (водный раствор), норма расхода 4,0 кг/га физической массы. В действующем веществе это $4,0 \text{ кг/га} \times 0,6 = 2,4 \text{ кг/га}$. Энергетический эквивалент ЦеЦеЦе 380,5 МДж/кг д.в. умножаем на 2,4 кг/га и получаем 913,2 МДж/га.

Таблица 11

Затраты энергии на пестициды

Средства защиты растений	Расход на 100 га,		Энергетический эквивалент, МДж/кг д.в.	Совокупные затраты энергии, МДж
	кг	д.в.		
1	2	3	4	5
Гербициды:				
1.				
2.				
Инсектициды:				
1.				
2.				
Фунгициды:				
1.				
2.				
Ретарданты				
1.				
2.				
ИТОГО				

9. Расчет энергозатрат на электроэнергию (Q₆)

Затраты электроэнергии целесообразно вести на 100 га пашни. Она затрачивается как в процессе возделывания с.-х. культур, так и при доработке выращенной продукции. Запись расчетов следует вести по форме (табл. 12). Расход электроэнергии берется согласно данным ТК. Переход от кВт.ч к МДж осуществляется по энергетическому эквиваленту 3,6, т. е. 1 кВт.ч = 3,6 МДж.

Таблица 12

Расчет энергозатрат на электроэнергию

Виды работ	Расход электроэнергии, кВт.ч	Общий расход энергии, МДж
1	2	3
1. Погрузка семян автопогрузчиком		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
ИТОГО		

10. Расчет энергии, затраченной в технологиях с семенами (Q_7)

Расчет затрат энергии с семенами ведется в соответствии с данными ТК, и данными представленными в приложении 7 по форме таблицы 13.

Таблица 13

Затраты энергии с семенами

Технология, культура	Расход семян на 100 га, т	Энергетическая ценность, МДж/т	Затраты совокупной энергии, МДж
1	2	3	4

11. Расчет содержания фиксированной солнечной энергии в полученной продукции

Энергонакопление урожаем определяют, заполняя таблицу 14. Если известно содержание энергии в 1 т урожая при стандартной влажности (энергетический эквивалент), то содержание энергии во всей массе урожая определяется как произведение энергетического эквивалента на урожай продукции с 1 га.

Таблица 14

Содержания фиксированной солнечной энергии в урожае

Наименование продукции	Урожай продукции, т/га	Содержание энергии в 1 т продукции (энергетический эквивалент, МДж/т)		Совокупное содержание энергии в урожае, МДж/га

Соотношение основной и побочной продукции в урожае культур, а также содержание сухого вещества (в %) в той или иной продукции приведены в приложении 8, 9.

Расчет содержания энергии в полученной продукции в зависимости от ее химического состава. Энергосодержание урожая зависит от его величины и химического состава основной и побочной продукции – содержания жира, белка и углеводов.

Энергоемкость органических веществ (МДж/кг): углеводы – 16,72 (4000 ккал); белки – 22,99 (5500 ккал); жиры – 37,62 (9000 ккал)

Поскольку в зерне, семенах и вегетативной массе разных культур соотношение углеводов, белков и жиров различно, то и энергосодержание их существенно различается (приложение 8). Зная урожай и энергоемкость основной и побочной продукции, рассчитывают суммарное энергосодержание урожая. Условия выращивания, особенно уровень минерального питания, оказывают существенное влияние на химический состав продукции. В ней изменяется содержание белка и жира, а, следовательно, изменяется и энергосодержание урожая. Это учитывают при оценке технологического приема или сорта.

12. Энергетический анализ технологий возделывания полевых культур

Целью энергетической оценки возделывания сельскохозяйственных культур является разработка ресурсосберегающих технологий. Для этого требуется проведение анализа структуры потоков антропогенной энергии с возможно более полным учетом прямых и косвенных энергозатрат при возделывании, уборке и доработке урожая (табл. 15). При анализе агротехнологии обращают внимание на более энергоемкие статьи затрат для того, чтобы впоследствии предложить пути их снижения.

Энергетический анализ агротехнологии

№ п/п	Статьи затрат энергии	Культура -			
		МДж/га	%	МДж/ц	%
1.	Техника, всего а) тракторы, комбайны и с.-х. машины б) автотранспорт				
2.	Живой труд				
3.	Топливо, всего а) при работе тракторов и комбайнов б) на автоперевозки				
4.	Удобрения, всего а) минеральные, всего азотные фосфорные калийные б) органические навоз солома				
5.	Пестициды, всего а) гербициды б) фунгициды в) инсектициды г) регуляторы роста				
6.	Электроэнергия				
7.	Семена				
6.	ИТОГО		100		100

Заключительный этап биоэнергетического анализа основан на сопоставлении энергии, затраченной на производство растениеводческой продукции и получаемой с урожаем (табл. 16).

Таблица 16

Энергетическая эффективность технологии возделывания культуры

Урожайность, т/га	Выход энергии с урожаем основной продукции, МДж/га	Затраты техногенной энергии, МДж/га	Чистый энергетический доход, МДж/га	Биоэнергетический коэффициент посева	Коэффициент энергетической эффективности
1	2	3	4	5	6

Если Биоэнергетический коэффициент посева меньше 1,0, то энергетическая эффективность отсутствует, 1-2 – энергетическая эффективность небольшая, 2-3 - средняя, 3-5 – высокая, 5-10 – эффективность очень высокая.

13. Энергетический анализ мероприятий по защите окружающей среды

Проблема окружающей среды многогранна. Она включает изучение закономерностей взаимодействия косного и живого компонентов биогеоценоза, а также социальной сферы, как единой сложной системы.

В таблице 14 приведены виды воздействия некоторых производств на природную среду. Как правило, последствия этих воздействий за исключением эрозии почв, двойственны. С одной стороны, общество получает пользу (энергию, рост урожая, увеличение производства мяса, молока), с другой - окружающей среде наносится вред (загрязнение воды, атмосферы, почвы и снижение её плодородия, ухудшается здоровье людей). Эти негативные последствия есть не что иное как невидимые издержки производства, которые должны приниматься во внимание при установлении цен на продукцию и определении энергозатрат на их возмещение.

Учет ущерба, который наносят окружающей среде некоторые виды производств существенно изменяет фактическую структуру затрат и механизм стимулирующего воздействия на всех уровнях управления экономикой.

При энергетическом анализе необходимо выявить количественный размер ущерба и производство, на которое он ложится. Так, при изъятии земельных угодий важно знать потери валового производства продукции. При загрязнении почв необходимо определить снижение ее плодородия, которое ведет к вполне определенному снижению урожайности, а при сохранности урожая - к повышению удельных затрат на единицу продукции.

Загрязнение атмосферы и воды сказывается на здоровье людей, продуктивности животных и лесных угодий, износе основных фондов промышленности, коммунального хозяйства, транспорта. Для энергетического анализа необходимо знать, какой ущерб наносит каждая тонна веществ, выброшенных в окружающую среду.

**Воздействие некоторых производств и естественных процессов
на окружающую среду**

Производство и естественные процессы	Виды воздействия на природную среду
Добыча угля, нефти, газа, калийных и фосфорных удобрений	Изъятие земельных угодий; вскрытие водоносных горизонтов и загрязнение их рудничными водами; загрязнение атмосферы летучими углеводородами при погрузке и разгрузке, загрязнение вод и засоление почв продуктами эрозии отвалов пустых пород
Производство азотных удобрений	Изъятие земельных угодий, загрязнение атмосферы
Переработка первичного сырья и его транспортировка	Изъятие земельных угодий, загрязнение атмосферы, воды и почв за счет эрозии отвалов
Производство энергии на тепловых электростанциях	Изъятие земельных угодий, загрязнение атмосферы, воды, почв продуктами сжигания топлива
Производство энергии на гидроэлектростанциях	Изъятие земельных угодий под водохранилища; изменение физических характеристик, химического, санитарно-бактериального и видового состава водоемов; изменение экосистем района, его метеорологических и климатических характеристик
Транспортировка электроэнергии	Изъятие земельных угодий под линии электропередач; электромагнитное загрязнение окружающей среды
Ветровая и водная эрозия почв	Смыв и унос плодородного слоя почв, засоление почв, загрязнение водоемов и водоносных горизонтов; унос из почвы азота, фосфора и калия, снижение плодородия
Внесение минеральных удобрений и пестицидов	Закисление почв, накопление в ней нитратов, накопление в почве и растениях химических веществ вредных для человека и животных
Уплотнение и порча почв ходовыми системами тракторов и с.-х. техники	Снижение плодородия почв и окупаемости удобрений урожаем с.-х. культур; выход из с.-х. использования земельных угодий
Производство мяса, молока и яиц на животноводческих и птицеводческих комплексах, производство и внесение органических удобрений	Загрязнение атмосферы, накопление в почве и водоносных горизонтах нитратов, болезнетворных микроорганизмов, вредных для человека и животных
Очистка и мойка с.-х. машин в процессе их эксплуатации и хранения	Загрязнение почв нефтепродуктами, нитратами, пестицидами

В таблице 15 приведена структура экономического ущерба от загрязнения атмосферы по данным доктора экономических наук Л. Г. Мельника.

Усредненная структура экономического ущерба от загрязнения атмосферы

Виды пореципиентного ущерба и его доля в общем ущербе	Составляющие пореципиентного ущерба и его ориентировочная доля в этом ущербе
Ухудшение здоровья населения, 43-45%	Затраты на медицинское обслуживание – 30%; Недопроизводство национального дохода – 48%; Выплата больничных листов – 16%
По жилищно-коммунальному хозяйству, 33-34%	Дополнительные затраты на содержание элементов жилищного фонда – 33%; Городской инфраструктуры, уборки городской территории – 54%; Общественного транспорта – 8%; Ущерб зеленым насаждениям – 1%; Дополнительные бытовые услуги – 2%
По сельскому хозяйству – 5-6%, по лесному – 5-6%	Растениеводству – 80%, животноводству – 20%, затраты на очистку и восстановление леса – 5%, потеря товарной древесины – 20%, продукции комплексного использования древесины – 21%, потеря побочной продукции леса – 6%, ущерб от ухудшения рекреационных свойств леса – 12%, среднезащитных функций леса – 36%
По промышленности – 10-12%	Ущерб от коррозии основных фондов – 50%, потери сырья с отходящими газами – 40%, ущерб от текучести кадров – 10%

Во многих случаях ущерб, наносимый окружающей среде, ложится на государство, частично - на предприятия, попавшие в зону загрязнения.

Установлено, что от 10 до 90% ущерба воспринимают подразделения, не причастные к нарушению окружающей среды. Отсутствие же виновников ущерба не дает возможности принимать меры по стимулированию экологически чистых видов продукции и технологий.

В настоящее время существует временная типовая методика определения экономической эффективности природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, которую полезно использовать при энергетическом анализе природоохранных мероприятий и выйти на новый уровень экологического регулирования экономики.

К природоохранным мероприятиям относятся все виды хозяйственной деятельности, направленные на снижение и ликвидацию отрицательного антропогенного воздействия на окружающую среду, сохранение, улучшение и рациональное использование природо-ресурсного потенциала страны: строитель-

ство очистных сооружений, внедрение малоотходных и безотходных технологий, мелиорация и рекультивация земель, меры по борьбе с эрозией почв, по охране и воспроизводству флоры и фауны, рациональному использованию всех видов удобрений, пестицидов и топливно-энергетических ресурсов.

Природоохранные мероприятия должны обеспечить нормативные требования к качеству продукта и окружающей среды, отвечающие интересам здоровья людей, получение максимального эффекта по затратам ресурсов на единицу продукции.

Энергетический анализ технологий и природоохранных мероприятий, который может быть выполнен по методике, применяемой для растениеводства, животноводства, мелиорации и т.д., должен, прежде всего, установить количество полных энергозатрат на объем производства для получения чистой продукции и ликвидации вредных последствий от осуществления технологий или постоянно действующих природных факторов (эрозия почв, засуха, заболачивание и др.).

Однако при энергетическом анализе необходимо строго подходить к выбору базового варианта для сравнительной оценки новых технологий.

Практически может оказаться, что базового варианта не существует, т.е. предлагаемые мероприятия, технологии, технические средства - рекомендуются впервые. В этом случае их эффективность может быть определена по полным затратам на единицу эффекта (рост продуктивности, сохранность земель, животных и др. показателей).

Так, например, конечной целью защиты почв от ветровой и водной эрозии является сохранность в почве влаги и остаточных форм элементов питания, предотвращение уноса плодородного слоя, а вместе с ним - и гумуса – основы плодородия почв.

14. Краткий словарь по энергетике (предложенные и используемые основные термины и определения)

Производственный сельскохозяйственный процесс - совокупность природных (биологических) процессов и технологических приемов производства, происходящих и осуществляемых в определенной последовательности с целью получения сельскохозяйственного продукта.

Технология производства сельскохозяйственной продукции - составная часть производственного сельскохозяйственного процесса, рассматриваемая как совокупность технологических приемов или сельскохозяйственных работ, выполняемых в определенной последовательности, в законченном цикле сельскохозяйственного процесса.

Технологический процесс - составная часть технологии производства, содержащая технологические приемы, направленные на изменение состояния предмета или средства производства, на получение сельскохозяйственной продукции в любой стадии сельскохозяйственного процесса.

Механизация технологического процесса - способ машинного применения энергии в технологическом процессе или его составных частях, осуществляемый в целях сокращения трудовых затрат, улучшения условий производства, повышения объема выпуска и качества продукции.

Энергетический анализ - область исследования, в которой предметы, средства производства и результаты труда оцениваются затратами энергии.

Первичная энергия - непреобразованная энергия, содержащаяся в природных энергоресурсах (уголь, нефть, газ, сланцы и др.).

Вторичная (конечная) энергия - преобразованная первичная энергия, удобная для использования потребителем, содержащаяся в продуктах переработки первичных энергоресурсов (электроэнергия, бензин, дизельное топливо и др.).

Невозобновляемая энергия - энергия, полученная от ископаемых энергоресурсов (угля, нефти и др.).

Возобновляемая энергия - энергия возобновляемых источников (ветра, воды, солнца, геотермального тепла, приливов и др.).

Альтернативные источники энергии - источники энергии, которые могут полностью заменить ископаемые органические энергоресурсы.

Энергоемкость технологического процесса - затраты энергии, необходимые для осуществления технологического процесса.

Энергоемкость сельскохозяйственной продукции - затраты энергии, необходимые для получения единицы массы сельскохозяйственной продукции.

Энергетический эквивалент - затраты прямой и косвенной энергии, отнесенные к единице потребляемых предметов и средств труда.

Энергосодержание сельскохозяйственной продукции - количество энергии, содержащейся в единице массы сельскохозяйственной продукции.

Затраты совокупной энергии (полные энергозатраты) - затраты, всех видов используемой энергии, в том числе энергии труда, перенесенной в процессе производства на результат труда.

Прямые затраты энергии - затраты электрической, тепловой энергии и топлива, непосредственно расходуемые в технологическом процессе.

Косвенные затраты энергии - затраты энергии на предметы и средства труда, с помощью которых осуществляется производственный процесс.

Энергоемкость средств механизации - затраты энергии на производство и ремонт средств механизации (тракторов, сельскохозяйственных машин).

Энергия труда - затраты энергии человека в процессе труда.

Энергетическая эффективность - показатель, устанавливающий соотношение между энергией, содержащейся в сельскохозяйственном продукте, и энергией, затраченной на его получение.

Биоэнергия - энергия, полученная биологическим путем в результате жизнедеятельности живой природы.

Биоэнергетическая оценка процессов - энергетическая оценка технологического процесса получения биоэнергии или биоэнергосителей.

Чистый энергетический доход - разница между содержанием энергии в урожае и общими затратами на возделывание культуры.

Коэффициент энергетической эффективности - отношение чистого дохода к энергозатратам.

Эффективность энергозатрат или биоэнергетический коэффициент (КПД) посева - отношение полученной энергии к затраченной.

Энергетическая себестоимость продукции - это затраты энергии на единицу урожая.

Рекомендуемая литература:

1. Абрамов, Н.В. Оптимизация структуры посевных площадей на биоэнергетической основе / Н.В. Абрамов, Г.П. Селюкова. – Екатеринбург: Изд-во УрГСХА, 2001 – 143 с.

2. Возобновляемое растительное сырье / Под общей редакцией доктора с.-х. наук, Д. Шпаара. – Санкт-Петербург – Пушкин, 2006. – 416 с.

3. Мальцев, В.Ф., Каюмов М.К. и др.. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России / В.Ф. Мальцев, М.К. Каюмов, В.Е. Ториков и др.. Под ред. В.Ф. Мальцева и М.К. Каюмова (Часть II). – М.: ФГНУ «Росинформгротех», 2002. – 576 с.

4. Малявко, Г.П. Агрохимическое обоснование технологий возделывания озимой ржи на юго-западе России / Г.П. Малявко, Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов. – Брянск.: Издательство Брянской ГСХА, 2010. – 247 с.

5. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Г.В. Коренев и др.; Под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: Колос, 2007. – С. 446.

6. Федоренко, В.Ф. Ресурсосбережение в агропромышленном комплексе: инновации и опыт/ В.Ф. Федоренко, В.С. Тихонравов. – М.: ФГНУ «Росинформгротех», 2006. – 328 с.

Единицы энергии и некоторые эмпирические показатели

Единица	МДж	Ккал	кВт/ч	кг ЕКУ ¹⁾	кг НЕ ²⁾
1 МДж	1	238,80	0,28	0.034	0,024
1 Ккал	0,00419	1	0,001163	0,000143	0,0001
1 кВт ч	3,60	860	1	0,123	0,086
1 кг ЕКУ	29,31	7000	8,14	1	0,70
1 кг НЕ	41,87	10000	11,63	1.428	1

¹⁾ ЕКУ – Каменноугольная единица; ²⁾ НЕ – Нефтяная единица.

Значения сокращенных приставок

Приставки	Знак	Фактор	Число
Дека	да (da)	10	десять
Гекто	г (h)	10 ²	сто
Кило	К (к)	10 ³	тысяча
Мега	М (М)	10 ⁶	миллион
Гига	Г (G)	10 ⁹	миллиард
Тера	Т (T)	10 ¹²	биллион
Петра	П (P)	10 ¹⁵	биллиард
Экса	Э (E)	10 ¹⁸	триллион

Расчет энергоемкости технических средств
и сельскохозяйственных машин

Трактор, машина	Масса, кг	Полные энерго- затраты машин, МДж	Годовая загруз- ка, ч	Годовая аморти- зация, %	Годовые затраты энергии на текущий ремонт и тех- обслуживание, %	Энерго- емкость, МДж/ч
1	2	3	4	5	6	7
Тракторы:						
Т - 150К	7535	904200	500	10,0	18,5	515
Т - 150	6975	837000	855	12,5	17,9	298
МТЗ - 80	3160	379200	1095	10,0	14,9	86
МТЗ - 82	3370	404400	1095	10,0	14,9	92
ЮМЗ - 6Л	3095	377640	1100	10,0	14,9	85
Т - 25А	1780	213600	565	14,3	9,7	91
ДТ - 75	6440	772800	910	12,5	17,9	258
ДТ – 75М	6530	783600	910	12,5	17,9	262
ДТ – 75К	7730	927600	910	12,5	17,9	310
К – 700; 700А	11800	1416000	890	10,0	16,3	418
К - 701	12500	1500000	890	10,0	16,3	443
Самоходные комбайны:						
СК - 5 «Нива»	8000	960000	115	11,1	10,3	1786
Дон - 1500	13355	1602600	120	11,1	10,3	2858
КСК - 100	12000	1440000	150	12,5	10,3	2189
Е – 684	4200	315000	200	16,6	15,0	498
КС - 6	9200	11040000	150	12,5	10,3	1678
КСКУ - 6	12284	1474080	100	12,5	10,3	3361
Жатки:						
ЖРС – 4,9А	1215	126360	90	14,2	9,0	326
ЖВН - 6	1170	121680	90	14,2	9,0	314

Плуги:						
ПЛН - 4 - 35	710	73840	205	12,5	14,0	95
ПЛН - 5 - 35	800	83200	100	12,5	14,0	220
ПЛН - 6 - 35	1230	127920	230	12,5	14,0	147
Комбинированные агрегаты:						
АКП - 5	4900	509600	90	14,2	10,0	570
РВК – 3,6	2500	260000	120	14,2	10,0	524
Дисковые бороны, луцильники:						
ЛДГ - 10	2450	254800	115	14,2	7,0	470
ЛДГ - 5	1080	110240	110	14,2	7,0	212
БДТ - 7	3500	364000	180	14,2	7,0	429
БДТ - 3	1828	138112	150	14,2	7,0	195
ППЛ – 10-25	1214	-	-	-	-	97,1
Культиваторы, зубовые бороны, катки:						
КПС - 4	969	100776	160	14,2	12,5	168
КРН - 4,2	871	90584	200	14,2	12,5	121
КРН - 5,6	896	93184	200	14,2	12,5	124
КОН – 2,8 М	865	89960	205	14,2	9,0	283
УСМК - 5,4	1610	167440	170	14,2	9,0	229
УСМП - 5,4	763	79352	65	14,2	9,0	283
БЗСС - 1,0	35	3640	120	20,0	20,0	12
БЗТС – 1,0	42	4368	85	20,0	20,0	21
ЗККШ - 6	1835	190840	145	12,5	5,0	230
Сцепки:						
СП – 16 А	1762	183248	135	14,2	7,0	288
СП – 11 А	915	95160	100	14,2	7,0	202
СГ - 21	1800	187200	125	14,2	7,0	317
Машины для приготовления и внесения удобрений и пестицидов:						
АИР - 20	1886	196144	169	25,0	12,0	429
1-РМГ-4	1460	151840	110	20,0	12,0	442
РУМ - 8	3310	344240	175	20,0	12,0	629
РУМ - 5	2030	211120	175	20,0	12,0	386
РОУ - 5	2000	208000	140	20,0	11,0	461
РЖТ - 8	3640	378560	305	20,0	14,0	422

Продолжение приложения 2

АПЖ - 12	2200	228800	80	20,0	11,0	887
ОПШ - 15	850	88400	130	20,0	11,0	211
Прицепы тракторные:						
2ПТС – 4-887Б	1880	195520	650	14,2	13,0	82
ПСЕ - 20	3430	358800	410	14,2	13,0	238
Погрузчики:						
ПБ - 35	1250	130000	600	14,2	10,0	52
ПФП – 1,2	1780	185120	600	14,2	10,0	75
ПЭ – 0,85	2400	249600	600	14,2	10,0	101
ПФ – 0,5	300	31200	600	14,2	6,0	11
ЗПС - 100	9000	936000	600	10,0	10,0	312
ЗПС - 60	940					60,6
Сеялки, сажалки:						
СЗ – 3,6	1450	150800	90	12,5	7,0	327
СЗУ – 3,6	1480	153920	130	12,5	7,0	231
СУПН - 8	1126	117104	65	12,5	3,0	279
КСМ - 4	2430	252720	80	14,2	6,0	638
КСМ - 6	3020	314080	70	14,2	6,0	906
Комбайны прицепные:						
БМ – 6А	3000	312000	150	14,2	10,0	503
ККУ - 2А	4440	461760	195	14,2	12,0	620
КИР – 1,5	1800	187200	120	14,2	12,0	409
Картофелесортировальные пункты:						
КСП – 15Б	1940	145500	250	14,2	14	1610
КСП - 25	3840	288000	250	14,2	14	3158

Энергетические эквиваленты на 1 ч эксплуатационного времени машин и оборудования

Марка	Масса, кг	Энергетический эквивалент, МДж/ч
<i>Машины для послеуборочной обработки зерна и подготовки семян</i>		
АВА - 0,5	1147	36,7
ОВТ - 1 А	910	223,9
АПР «Темп»	1484	47,5
СЗС - 10	210	6,8
ПОШ - 3	122	3,9
ПС - 10	1034	33,1
СТК - 5	430	90,0
ЗЖБ - 1,8	770	24,6
АДЖ - 12	2200	118,8
ПОМ - 630	730	56,6
ПОШ - 5	360	32,1
РЖУ - 50 А	250	19,4
<i>Машины для послеуборочной обработки зерна и подготовки семян</i>		
Мобитокс «Супер»	1493	313,5
КЗС - 30 Ш	39800	2350
КЗС – 10 Б		1212
КЗС – 20(25)		1921
ОВС - 25		72
<i>Машины и оборудование для уборки соломы, сена и кормовых корнеплодов</i>		
ВГУ - 10	344	37,5
КУН - 10	1125	199,1
ТПС - 6	5300	938,1
СПМ - 200	5000	885,0
ФН - 1,2	938	166,0
БИ - 4	3000	321,7
БМ - 6	3560	515,3
РКС - 6	5300	471,0
МКК - 6	7800	764,1
УКВ - 2	2520	180,0
ККУ - 1,4	2400	168,0
ИКУ - 2 А	4410	308,7
ТЗК - 30	3300	272,8
РМК - 6	8300	813,4
ККГ - 1,4	2500	175,0

<i>Кормоуборочные комбайны и машины</i>		
КСКУ- («Херсонец - 2000»)	13310	1650,4
КСП 1,4 («Херсонец – 7»)	3770	467,5
ППК - 4	2688	567,2
2	3	4
КС - 2,6	3050	378,2
КСС - 2,6	3800	471,2
КС - 1,8 («Вихрь»)	2400	297,6
КСК - 100	12300	1525,2
КИР - 1,5	970	120,3
КИР - 1,5 (с бункером)	1800	223,2
Е - 280 (ГДР)	8450	1047,8
Е - 281 С (ГДР)	8620	1086,9
Грабли ГВК - 6,0 А	900	98,1
Грабли-ворошилка- вспушиватель ротационные ГВР - 6,0	1400	152,6
Косилка – плющилка КПС - 5Г	6750	634,5
Пресс - подборщик К - 453	2300	407,1
Пресс - подборщик ПС - 1,6	1960	346,9
Пресс-подборщик рулонный РПР-1,6	2000	354,0
Косилка-подборщик- измельчитель КУФ- 1,8	1700	300,9
Косилка ротационная навесная КРН - 2,1	570	53,6
Подборщик - копнитель ПК-1,6 А	2580	544,4
Подборщик стогообразователь СПТ-60	6500	1371,5
Копновоз универсальный навесной КУН - 10	1122	105,5
Погрузчик-стогометатель ПФ - 0,5	950	89,3
Подборщик - укладчик Тюков ГУТ - 2,5 А	2000	422,0
АВВ - Ф - 2,8 Вентиляро- вание корнеплодов	4740	245,0

Приложение 3

Энергоемкость автомобилей, приходящаяся на 1 км пробега

Марка автомобиля	Масса, кг	Грузоподъемность, кг	Отчисления, %		Энергоемкость, МДж/км
			на амортизацию	на капитальный ремонт	
ГАЗ - САЗ - 53Б	3750	3500	0,3	0,2	1,62
ЗИЛ-ММЗ-4502, ЗИЛ - 130	4800	5800	0,3	0,2	2,07
МАЗ - 5335 (грузовой бортовой)	6725	8000	0,3	0,2	2,91
КамАЗ - 5320 (бортовой)	7080	8000	0,3	0,2	3,1

Приложение 4

Линейные нормы расхода автомобильного бензина, дизельного топлива и сжиженного газа на 100 км пробега автомобильного транспорта

Марка автомобиля	Норма расхода, л
ГАЗ - 51, - 51 А	21,5
ГАЗ - 52, - 52 - 03 и модификации	22
ГАЗ - 53, - 53 А и модификации	25
ЗИЛ - 130, - 130 В	31
ЗИЛ - 133 Г, - 131 Г 1 и модификации	38
ГАЗ - 53 - 07	37
ЗИЛ - 138	42
КрАЗ - 219	47
КамАЗ - 5320	25
ЗИЛ - ММЗ - 164 АН; - 5845	36
ГАЗ - САЗ - 2500, - 3502	29
ЗИЛ - ММЗ - 585	36
КамАЗ - 5510	32

Примечание: Линейные нормы увеличиваются на дорогах со сложным планом - до 10%; при движении по полю - до 20 %.

Приложение 5

Энергетические эквиваленты минеральных удобрений

Виды и формы минеральных удобрений	Содержание д.в., %	Энергетический эквивалент, МДж	
		на 1 кг д.в.	на 1 кг физической массы
Азотные удобрения:			
сульфат аммония	20,5	80	16,4
аммиачная селитра	34,5	80	27,6
Мочевина	46,0	80	36,8
аммиачная вода	20,5	80	16,4
Фосфорные удобрения:			
суперфосфат простой	18,7	13,8	2,6
суперфосфат двойной	46,0	13,8	6,4
фосфоритная мука	19,0	13,8	2,6
Калийные удобрения:			
хлористый калий	60	8,8	5,3
калийная соль	40	8,8	3,5
Сложные удобрения:			
Нитрофоска	12-12-12	51,5	18,6
Нитрофоска	16-16-16	51,5	24,6
Нитроаммофоска	14-14-14	51,5	21,6
Нитроаммофос	23-23	51,5	23,7

Энергетические эквиваленты на пестициды

Пестициды	Энергетический эквивалент, МДж/кг д.в.
Гербициды:	
1. Смешивающие масла	419,6
2. Смачивающиеся порошки	263,6
3. Гранулы	363,7
Инсектициды:	
1. Смешивающие масла	365,0
2. Смачивающиеся порошки	258,0
3. Гранулы	312,1
Фунгициды:	
1. Смешивающие масла	272,6
2. Смачивающиеся порошки	116,6
3. Гранулы	216,7
Ретарданты:	
1. Смачивающиеся масла	380,5

Энергетическая ценность пищевых продуктов

Продукт	Энергетическая ценность		Несъедобная часть, % общей товарной массы продукта
	Ккал/100 г	МДж/г	
ЗЕРНОВЫЕ			
Пшеница мягкая озимая	318	13310	3,0
Пшеница мягкая яровая	315	13180	3,0
Рожь	320	13390	2,0
Овес	300	12550	2,5
Ячмень	311	13010	2,0
Просо	307	12840	3,0
Гречиха	290	12130	3,0
Кукуруза зубовидная	333	13930	2,0
Кукуруза в среднем	338	14140	2,0
ЗЕРНОБОБОВЫЕ			
Горох	303	12680	0,5
Фасоль	309	12930	0,5
Соя	395	16530	2,0
МАСЛИЧНОЕ СЫРЬЕ			
Рапс (семена)	495	20710	-
Подсолнечник (семена)	578	24180	-
Кунжут (семена)	523	21880	-
ОВОЩИ			
Картофель	83	3470	28,0
Капуста белокочанная	28	1170	20,0
Лук репчатый	43	1800	16,0
Лук зеленый	22	920	20,0
Морковь	33	1380	20,0
Огурцы (грунтовые)	15	630	7,0
Редис	20	840	20,0
Свекла	48	2010	20,0
Укроп	32	1340	20,0

Энергосодержание урожая полевых культур
в зависимости от химического состава

Культура	% от абсолютно сухого вещества			Энергосодержание, ГДж/т			
	углев.	белки	жиры	углев.	белки	жиры	всего
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Зерно мятликовых культур и гречихи</i>							
Пшеница	84	14	2,0	14,1	3,2	0,8	18,1
Рожь	85	13	2,0	14,2	3,0	0,8	18,0
Ячмень	85,6	12	2,4	14,3	2,8	0,9	18,0
Овес	82	12	6,0	13,7	2,8	2,3	18,7
Кукуруза	84	11	5,0	14,0	2,5	2,0	18,5
Просо	83,5	12	4,5	14,0	2,8	1,7	18,5
Сорго	88	10	2,0	14,7	2,3	0,8	17,8
Гречиха	84	13	3,0	14,0	3,0	1,1	17,1
Соя	42	40	18,0	7,0	9,2	6,8	23,0
Фасоль	67	30	3,0	11,2	6,9	1,1	19,2
Чечевица	65	30	5,0	10,9	6,9	1,2	19,0
Бобы кормовые	70	28	2,0	11,7	6,4	0,8	18,9
Нут	75	23	5,0	12,0	5,3	1,9	19,2
<i>Семена зерновых бобовых культур</i>							
Горох посевной	74	24	2,0	12,4	5,5	0,8	18,7
Горох полевой	77	21	2,0	12,9	4,8	0,8	18,5
Вика посевная	67	31	2,0	11,2	7,1	0,8	19,1
Люпин белый	52	38	10,0	8,7	8,7	3,8	21,2
<i>Побочная продукция, естественная влажность</i>							
Солома мятликовых	82	1	-	13,7	0,2	-	13,9
Солома гречихи	81	2	-	13,5	0,5	-	14,0
Стебли зернобобовых	77	5	-	12,9	1,2	-	14,1
Листья корнеплодов	21	2	-	3,5	0,5	-	4,0
Полова, мякина	80	3	-	13,3	0,7	-	14,0
<i>Корнеплоды и клубнеплоды, сырая масса</i>							
Сахарная свекла	25	2	0,1	4,2	0,5	0,1	4,8
Кормовая свекла	23	1,5	0,1	3,9	0,4	0,1	4,4
Брюква	25	2	0,1	4,2	0,5	0,1	4,8
Турнепс	22	1,5	0,1	3,7	0,4	0,1	4,2
Морковь	23	2	0,2	3,9	0,5	0,2	4,6
Картофель	24	2	0,3	4,0	0,5	0,2	4,7
Топинамбур	25	2	0,3	4,2	0,5	0,2	4,9

<i>Многолетние бобовые травы в фазу начала цветения</i>							
Клевер луговой	82,5	16	1,5	13,8	3,7	0,6	18,1
Клевер ползучий	78,5	20	1,5	13,1	4,6	0,6	18,3
Люцерна средняя	79,5	18	1,5	13,3	4,4	0,6	18,3
Козлятник	0,5	18	1,5	13,5	4,1	0,6	18,2
Лядвенец рогатый	78,5	20	1,5	13,1	4,6	0,6	18,3
Донник белый	79,5	19	1,5	13,3	4,4	0,6	18,3
Эспарцет	80,5	18	1,5	13,5	4,1	0,6	18,2
<i>Многолетние мятликовые травы в фазу цветения</i>							
Тимофеевка луговая	92	7	1,0	15,4	1,6	0,4	17,4
Костре безостый	89	10	1,0	14,9	2,3	0,4	17,6
Овсяница луговая	90	9	1,0	15,0	2,1	0,4	17,5
Ежа сборная	87	12	1,0	14,6	2,8	0,4	17,8
Житняк	90	8	2,0	15,0	1,8	0,4	17,2
Волоснец сибирский	84	14	2,0	14,0	3,2	0,8	18,0
<i>Зеленая масса однолетних бобовых в фазу налива семян</i>							
Вика посевная	77	21	2,0	12,9	4,8	0,8	18,5
Вика мохнатая	79	19	2,0	13,2	4,4	0,8	18,4
Чина посевная	75	23	2,0	12,5	5,3	0,8	18,6
Горох посевной	79	19	2,0	13,2	4,4	0,8	18,4
Бобы кормовые	81	17	2,0	13,6	3,9	0,8	18,3
Сераделла	83	15	2,0	13,9	3,5	0,8	18,2
Соя	76	22	2,0	12,7	5,1	0,8	18,6
Люпин желтый	77	21	2,0	12,9	4,8	0,8	18,5
Люпин белый	77	21	2,0	12,9	4,8	0,8	18,5
Люпин узколистный	82	17	2,0	13,7	3,9	0,8	18,2
<i>Зеленая масса мятликовых культур в фазу молочного состояния зерна и подсолнечника в фазе цветения</i>							
Рожь	87	12	1	14,6	2,8	0,4	17,8
Овес	88	11	1	14,7	2,5	0,4	17,6
Кукуруза	90	9	1	15,1	2,1	0,4	17,6
Сорго	88	10	2	14,7	2,3	0,4	17,4
Подсолнечник	88	10	2	14,7	2,3	0,4	17,4
<i>Зеленая масса смешанных посевов</i>							
Вика + овес	81	17	2	13,6	3,9	0,8	18,3
Чина + овес	82	17	1	13,7	3,9	0,4	18,0
Горох + овес	83	15	2	13,9	3,5	0,8	18,2
Вика озимая + рожь	83	16	2	13,9	3,7	0,8	18,4
Соя + кукуруза	83	15	2	13,9	3,5	0,8	18,2

Учебное издание

Малявко Галина Петровна

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
АГРОТЕХНОЛОГИЙ

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати. 24.08.2012 г. Формат 60x84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,79. Тираж 250 экз. Изд. №2211.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино,
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»