

<http://yadyra.ru>

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**Российский государственный аграрный**  
**университет - МСХА имени К.А. Тимирязева**

**МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ АГРОТЕХНОЛОГИЙ**  
**В АГРОЛАНДШАФТАХ**

**Москва – 2007 г.**

## **1. Методология энергетической оценки агротехнологий**

Одним из важнейших условий повышения устойчивости современного сельскохозяйственного производства является разработка и внедрение оптимальных систем управления энергетическими потоками в агроландшафтах с целью повышения коэффициента использования естественной солнечной и антропогенной энергии при формировании урожаев сельскохозяйственных культур.

Многочисленные научные данные свидетельствуют, что дальнейшее увеличение урожайности сельскохозяйственных культур сопровождается возрастающими энергозатратами в форме удобрений, пестицидов, топлива, средств механизации и т.д. При этом, каждый дополнительный центнер урожая требует всевозрастающих затрат невозобновляемой энергии.

В решении проблемы рационального использования энергетических ресурсов в земледелии важная роль принадлежит методологии и методике анализа потоков антропогенной энергии в агроландшафтах с полным учетом энергозатрат, связанных с выполнением комплекса технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур.

Основной задачей методологии количественного учета, анализа и оптимизации энергетических потоков в земледелии является поиск перспективных, экологически безопасных технологий, обеспечивающих максимальное использование агроландшафтами естественных и антропогенных потоков энергии для достижения устойчивого роста продуктивности сельскохозяйственных культур, сохранения воспроизводства и повышения почвенного плодородия.

В предлагаемой нами методологии энергетического анализа, антропогенные энергетические затраты делятся на прямые и косвенные (овеществленные). К прямым энергозатратам относятся энергоресурсы,

затраты труда, расход горючего и смазочных материалов (ГСМ), затраты электроэнергии, твердых энергоносителей (уголь, торф, дрова), газа, пара, тепла, которые в качестве энергоносителей непосредственно используются (расходуются, утилизируются) в сельскохозяйственном производстве.

К косвенным (овеществленным, амортизируемым) относятся энергозатраты на изготовление, хранение и транспортировку средств производства (тракторов, двигателей, сельскохозяйственных машин, орудий, органических и минеральных удобрений, извести, пестицидов, стройматериалов, получение посевного материала и др.). Сюда же относится энергия, расходуемая на добычу, переработку и транспортировку самих энергоносителей (нефть, уголь, лес, торф) и сырья для получения черных и цветных металлов (железная руда, боксит и др.) из которых состоят сельскохозяйственные двигатели, сельскохозяйственные машины и орудия.

По характеру энергетических потоков и времени переноса энергозатрат на сельскохозяйственную продукцию, группа косвенных энергозатрат подразделяется на две подгруппы: косвенные основные материально-технические энергозатраты, которые сосредоточены в материально-технических средствах, функционирующих в сельскохозяйственном производстве в течение многих лет (основные производственные фонды), переносящих воплощенные в них энергозатраты на производимую продукцию частями в течение всего срока службы, постепенно изнашиваясь (амортизируясь), и косвенные оборотные энергозатраты (семена, посадочный материал, удобрения, пестициды, запчасти, ремонтные материалы и др.), которые переносят воплощенную в них энергию на производимую продукцию за один год (период вегетация). Важность всестороннего учета косвенных основных и оборотных энергозатрат повышается в условиях дефицита в стране энергетических ресурсов, необходимости их экономии и рационального использования в агроландшафтах.

В условиях рыночной экономики при значительном колебании цен и влияния ценового фактора не всегда удается дать объективную оценку агротехническим мероприятиям в стоимостном выражении, так как через ценовые показатели недостаточно точно отражаются соотношения материально-технических, трудовых ресурсов и эффекта от мероприятия, эта задача более успешно решается при использовании менее подверженных конъюнктуре рынка и рыночной экономики натуральных энергетических показателей.

В разработанной методологии рассматриваются методы оценки, порядок расчетов показателей, приводится нормативная база для определения энергетической эффективности отдельных агротехнических приемов и технологий производства продукции растениеводства в адаптивно-ландшафтном земледелии.

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур ориентированы на сочетание агротехнических операций, обеспечивающих создание всех необходимых условий для роста и развития растений, максимальной продуктивности агроландшафтов, получения планируемого урожая высокого качества, что достигается возделыванием высокопродуктивных сортов и гибридов, посевным материалом высоких репродукций и посевных кондиций, системами почвозащитной обработки почвы, удобрений, интегрированной защиты растений, своевременным и высококачественным выполнением технологических операций при соблюдении требований охраны окружающей среды.

В энергетическом аспекте методология оценки технологий сводится к определению соотношения совокупных энергетических затрат на выполнение суммы агротехнических операций, включая прямые затраты энергоносителей и косвенные овеществленные в материально-технических ресурсах, и энергетической ценности полученного урожая.

Анализ энергетической эффективности технологий выращивания сельскохозяйственных культур в агроландшафтах целесообразно проводить на этапе их планирования по технологическим картам, в процессе выполнения с целью корректировки и при завершении системы мероприятий по фактическим отчетным данным об урожайности и энергетических затратах на его производство. При этом сохраняется методологическая схема анализа, но используются соответствующие исходные (расчетные) данные.

Исходным документом для реализации методологии и методики оценки энергетической эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур являются технологические карты, которые включают полный перечень комплекса работ возделывания сельскохозяйственных культур, агротехнические требования, нормативы и сроки проведения работ, рациональные составы агрегатов и обслуживающий персонал, нормы выработки и расхода топлива, количество необходимых агрегатов на определенный объем работы, технико-экономические показатели (затраты на 1 га рабочего времени, ч; эксплуатационные издержки, руб.; приведенные затраты).

Учитывая сложность и трудоемкость составления технологических карт по каждому хозяйству, в помощь специалистам сельскохозяйственных предприятий и хозяйств разных форм собственности Минсельхоза России разработаны примерные (типовые) зональные технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур, которые предлагается использовать и при составлении технологических карт для конкретных полей, и при анализе эффективности технологий, внося в них соответствующие коррективы.

## **2. Методика энергетической оценки агротехнологий**

Расчет энергозатрат начинается с анализа технологической карты возделывания сельскохозяйственной культуры. На основе технологической

карты составляется сводная таблица, включающая по всему перечню технологических операций технологии выращивания культуры показатели объема работ в физическом выражении, состава агрегата, осуществляющего выполнение операции (двигатель и сельскохозяйственная машина) производительность агрегата, затраты труда и горючего.

В соответствии с данными технологической карты и дополнительными нормативными материалами, рассматриваемыми, в процессе изложения методики, производится расчет энергетических затрат и их эффективности.

Совокупные энергетические затраты на всю технологию  $E_c$  возделывания сельскохозяйственной культуры определяется суммой энергетических затрат на выполнение отдельных технологических операций по формуле:

$$E_c = E_1 + E_2 + \dots + E_N \quad /1.1/$$

где  $E_1, E_2, \dots, E_N$  - энергозатраты при выполнении 1, 2 ...N-ной технологической операции, МДж.

По каждой технологической операции учитываются прямые и косвенные энергозатраты:

$$E_c = (E_1^n + E_1^0) + (E_2^n + E_2^0) + \dots + (E_N^n + E_N^0) \quad /1.2/$$

где  $E_c$  - суммарные энергозатраты при возделывании культуры, МДж;  
 $E_1^n, E_2^n, E_N^n$  - прямые энергозатраты при выполнении 1, 2, N -ной технологической операции, МДж;

$E_1^0, E_2^0, E_N^0$  - косвенные энергозатраты при выполнении 1, 2, N-ной технологической операции, МДж; или

$$E_c = \sum_{i=1}^N (E_i^n + E_i^0) \quad /1.3/$$

где N - число технологических операций;

$E_i^n$  - прямые энергозатраты при выполнении  $t$ -той технологической операции МДж;

$E_i^0$  - косвенные энергозатраты при выполнении  $t$ -той технологической операции, МДж.

В свою очередь, прямые энергозатраты при выполнении  $i$ -той технологической операции ( $E_i^n$ ) рассчитываются по формуле:

$$E_i^n = Z_i^r \cdot K_i^r + Z_i^t \cdot K_i^t + Z_i^e \cdot K_i^e \quad /1.4./$$

где:  $Z_i^r$  - затраты ГСМ при выполнении  $i$ -той технологической операции, кг;

$Z_i^t$  - затраты труда при выполнении  $i$ -той технологической операции, чел-час;

$Z_i^e$  - затраты электроэнергии при выполнении  $i$ -той технологической операции, кВт·ч;

$K_i^r$  - энергетический эквивалент затрат единицы ГСМ при выполнении  $i$ -той технологической операции, МДж/кг;

$K_i^t$  - энергетический эквивалент единицы затрат труда при выполнении  $i$ -той технологической операции, МДж/чел-час;

$K_i^e$  - энергетический эквивалент затрат электроэнергии при выполнении  $i$ -той технологической операции, МДж/кВт·ч.

Овеществленные (амортизируемые) энергозатраты материально-технических средств длительного (более года) функционирования (основные средства) представляют затраты в энергетических единицах в расчете на единицу времени работы двигателя и сельскохозяйственной машины или орудия, или на единицу объема выполненной работы (га, т. и др.). Поэтому для расчета овеществленных энергозатрат используется время работы, годовой загрузки, годовой выработки технических средств ( $t$ ) и соответствующий энергетический эквивалент агрегата (двигатель и сельскохозяйственная машина), устанавливаемый исходя из затрат энергии на изготовление двигателя, сельскохозяйственной машины, орудия.

Тогда овеществленные энергозатраты в материально-технических ресурсах длительного функционирования при выполнении  $i$ -той технологической операции ( $E_i^0$ ) будут рассчитываться по формуле:

$$E_i^0 = t_i^d \cdot k_i^d + t_i^m \cdot k_i^m \quad /1.5/$$

где  $E_i^0$  - овеществленные энергозатраты при выполнении  $i$ -той технологической операции, МДж;

$t_i^d$  - время работы двигателя при выполнении  $i$ -той технологической операции, час;

$t_i^m$  - время работы сельскохозяйственной машины при выполнении  $i$ -той технологической операции, час;

$k_i^d$  - амортизационный энергетический эквивалент в расчете на единицу времени работы двигателя при выполнении  $i$ -той технологической операции, МДж/час;

$k_i^m$  - амортизационный энергетический эквивалент в расчете на единицу времени работы сельскохозяйственной машины при выполнении  $i$ -той технологической операции, МДж/час.

Амортизационные энергетические эквиваленты овеществленных энергозатрат при использовании сельскохозяйственной техники определяются по формуле:

$$A_э = \frac{Z_{п} + Z_{к.р.}}{T_A \cdot t_2} \quad /1.6/$$

где  $A_э$  - часовая энергетическая норма амортизации, МДж;

$Z_{п}$  - затраты энергоресурсов на производство техники, МДж;

$Z_{к.р.}$  - сумма затрат энергии на капитальный ремонт;

$T_A$  - амортизационный срок службы, лет;

$t_2$  - примерная годовая загрузка техники, час.

Если при выполнении  $i$ -той технологической операции используются материальные оборотные средства, исключая энергоресурсы, овеществляющие энергозатраты ( $E_i^{до}$ ), переносимые на продукцию, производимую в текущем году (семена, удобрения, пестициды, известь, поливная вода, запчасти и др.), они суммируются с овеществленными энергозатратами при выполнении данной технологической операции.

Энергозатраты, овеществленное в материальных оборотных средствах, используемых на производство в конкретном году ( $E_i^{до}$ ), рассчитываются по формуле:

$$E_i^{до} = m_i^д \cdot k_m \quad (1.7)$$

$E_i^{до}$  - энергозатраты, овеществленные в материальных оборотных средствах, используемых при выполнении  $i$ -той технологической операции, МДж;

$m_i^д$  - масса (объем) материальных оборотных средств, овеществляющих энергозатраты, используемые при выполнении  $i$ -той технологической операции, кг ( $м^3$ );

$k_m$  - энергетический эквивалент единицы массы материальных средств, МДж/кг МДж/ $м^3$ ).

Энергетические затраты на ремонт и техническое обслуживание сельскохозяйственных машин, тракторов, транспортных средств, электродвигателей определяются аналогично с амортизационными затратами, принимая во внимание массу техники, ее годовую загрузку, нормы ежегодных отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание от балансовой стоимости. Так как в затраты по техническому обслуживанию и ремонту входят материальный и трудовые затраты, разные коэффициенты их энергетической ценности, предусматривается их отдельный учет. В соответствии с соотношением материальных и трудовых затрат на техническое обслуживание и ремонт техники в среднем 2:1

(66,7:33,3%) при оценке материальных затрат, указанные в приложении показатели умножаются на 0,667.

Расчетная формула для оценки энергетических затрат на ремонт и техническое обслуживание в связи с оценкой материальных затрат имеет вид:

$$\text{Э}_p = \left[ \left( \frac{M_m \cdot K_{pm}}{B_m \cdot P_m} \right) / K_{mm} + K_{im} / + \left( \frac{M_t \cdot K_{pt}}{B_t \cdot P_t} \right) / K_{mt} + K_{it} / \right] \cdot 0,667 \quad 1.8)$$

где:  $\text{Э}_p$  - энергетические затраты на ремонт и техническое обслуживание техники, МДж/га;

$K_{pm}$  - коэффициент, характеризующий энергетические затраты на ремонт и техническое обслуживание машин, от общих затрат на производство машин, в %;

$K_{pt}$  - коэффициент, характеризующий энергетические затраты на ремонт и техническое обслуживание тракторов, от общих энергетических затрат на производство тракторов, %;

$M_m$  - масса сельскохозяйственной машины, кг;

$M_t$  - масса трактора, транспортного средства, электродвигателя, кг;

$B_m$  - выработка машины в год, ч;

$B_t$  - выработка трактора, транспортного средства, электродвигателя в год, ч;

$P_m$  - производительность машины, га/ч;

$P_t$  - производительность тракторов, транспортных средств, электродвигателя, га/ч;

$K_{mm}$  - энергетический эквивалент затрат на производство 1 кг металла для сельскохозяйственной машины, МДж;

$K_{mt}$  - энергетический эквивалент затрат на производство 1 кг металла для тракторов, транспортных средств, электродвигателя, МДж;

$K_{им}$  - энергетический эквивалент затрат на производство из металла машины, МДж на 1 кг массы;

$K_{ит}$  - энергетический эквивалент затрат на производство из металла трактора, транспортного средства, электродвигателя, МДж на 1 кг массы.

Накладные энергетические затраты включают расходы материально-технических средств и трудовых ресурсов на организацию эффективного проведения технологических операций. Они по обобщенным данным составляют 15% от общих прямых затрат.

Таким образом, суммарные энергозатраты при возделывании сельскохозяйственных культур ( $E_c$ ) будут определяться по формуле:

$$E_c = \sum_{i=1}^N (Z_i^Г \cdot k_i^Г + Z_i^Т \cdot k_i^Т + Z_i^Э \cdot k_i^Э) + (t_i^Д \cdot k_i^Д + t_i^М \cdot k_i^М + m_i^Д \cdot k_m) + \Delta_p \quad /1.9/$$

где:

$E_c$  - суммарные энергозатраты при возделывании сельскохозяйственных культур, МДж;

При выполнении  $i$  -той технологической операции:

$Z_i^Г$  - затраты ГСМ, кг;

$Z_i^Т$  - затраты труда, чел-ч;

$Z_i^Э$  - затраты электроэнергии, кВт-ч;

$k_i^Г$  - энергетический эквивалент затрат единицы ГСМ;

$k_i^Т$  - энергетический эквивалент единицы затрат труда, МДж/чел-ч;

$k_i^Э$  - энергетический эквивалент единицы затрат электроэнергии, МДж/кВт-ч;

$t_i^Д$  - время работы двигателя, час;

$t_i^М$  - время работы сельскохозяйственной машины, час;

$k_i^Д$  - амортизационный энергетический эквивалент в расчете на единицу времени работы двигателя, МДж/час;

$k_i^M$  - амортизационный энергетический эквивалент в расчете на единицу времени работы сельскохозяйственной машины, МДж/час;

$m_i^D$  - масса (объем) материальных оборотных средств, кг ( $m^3$ );

$k_m$  - энергетический эквивалент единицы массы материальных оборотных средств, МДж/кг (МДж/ $m^3$ );

$\mathcal{E}_p$  - энергетические затраты на ремонт и техническое обслуживание МДж/га

В качестве критерия энергетической эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур предлагается использовать коэффициент энергетической эффективности ( $K_e$ ), который определяется, как отношение энергосодержания урожая к энергетическим затратам на его производство:

$$K = \frac{E_y}{E_c} \quad /1.10/$$

где

$E_y$  - энергетическая ценность урожая, МДж;

$E_c$  - суммарные энергетические затраты, МДж,

Энергетическая ценность урожая ( $E_y$ ) определяется по формуле:

$$E_y = Y \cdot K_y \quad /1.11/$$

где

$Y$  - урожайность сельскохозяйственной культуры, ц/га;

$K_y$  - энергетический эквивалент 1 ц основной продукции, МДж.

### 3. Нормативная база для расчетов

Таблица 1

Энергетические эквиваленты овеществленных энергозатрат при  
использовании сельскохозяйственной техники

Марка	Энергетический эквивалент, Мдж/час	Марка	Энергетический эквивалент, Мдж/час
<u>Двигатели</u>		<u>Самоходные машины</u>	
Т-150К	130,2	СК-5 «Нива»	901,74
МТЗ-80	49,98	СК-6 «Колос»	1098,3
МТЗ-82	52,08	Дон-1500	1614,8
Т-150	133,56	КС-6	717,36
ДТ-75М	130,2	КСК-100	1402,4
К-701	205,8	КСКУ	1477,8
К-700	195,3	СПС – 4,2	439,32
МТЗ-50	44,94	<u>Погрузчики</u>	
Т-28	60,06	ПЭ-0,8Б	53,34
Т-25А	36,96	СНТ-2,1Б	51,24
ЮМЗ-6	52,08	ПБ-35	26,88
<u>Плуги</u>		ППУ-0,5	15,12
ПЛН-5-35	30,24	УЗСА-40	112,14
ПЛН-3-35	20,16	ПФ-0,5	21,84
ПЛ-5-35	57,12	АС-2УМ	66,36
ПТК-9-35	106,26	ПУ-0,5	123,48
ПН-8-35	74,34	ЗСВУ	43,26
ПЛН-6-35	44,94	<u>Машина для противозерозионной обработки почвы</u>	
ПЛН-4-35	26,88		
<u>Дисковые бороны, луцильники</u>		КПГ-2-150	97,44
ЛДГ-20	333,9	КПГ-2,2	252,84
ЛДГ-15	227,64	КПГ-250	56,28
ЛДГ-10	148,26	КПШ-5	59,22
ЛДГ-5	65,1	КПШ-9	144,48
БДТ-7	343,98	КПЭ-3,8	76,02
БДТ-10	364,14	БИГ-3А	70,14

Продолжение таблицы 1

Марка	Энергетический эквивалент, Мдж/час	Марка	Энергетический эквивалент, Мдж/час
<u>Сеялки</u>		<u>Машины для внесения удобрений</u>	
СЗ-3,6	142,38	РТТ-4,2	101,22
СЗУ-3,6	145,32	ИСУ-4	39,06
СЗП-3,6	183,54	1-РМГ-4	77,28
СУПН-8	255,78	РУМ-8	85,26
СП4-6М	159,6	РУП-8	94,08
ССТ-12А	305,76	ПРТ-10	211,68
СЗС-2,1М	110,46	РПН-4	145,32
<u>Сцепки</u>		1-ПТУ-4	60,06
СП-16	80,22	РОУ-5	106,26
СП-11	4,2	РЖТ-4	60,06
БДН-3	68,04	РЖГ-8	88,2
БДТ-3	179,34	<u>Другие машины</u>	
Культиваторы, зубовые бороны, катки		КОП-1,4В «Херсонец»	478,8
КПС-4	63,0	БМ-6А	215,88
КРН-5,6	46,2	ККУ-2А	470,4
КРН-4,2	69,3	ППК-4	283,92
УСМК-5,2	85,26	КЧР-1,5Б	129,36
КОН-2,8ПМ	53,34	УВК-2	254,94
БЗСС-1,0	5,04	ЖРС-5,9А	251,58
БЗТС-1,0	5,88	ЖВН-6	229,74
ЗККШ	249,9	ЖСК-4А	251,58
ЗГВК-1,4	126,42	С-11	31,92
<u>Транспортные тележки</u>		СГ-21	81,06
2ПТС-4	34,02	<u>Машины для внесения пестицидов</u>	
2ПТС-6	53,34	ПОУ	44,1
ПСЕ-12,5	38,22	АПР-Темп	109,2
ММЗ-771Б	80,22	ЗЖВ	56,28
ПТС-2	15,12	ОПШ-15	75,6

Таблица 2

Энергетические эквиваленты производственных  
и трудовых затрат в земледелии

№	Затраты	Единица измерения	Энергетический эквивалент МДж
1	2	3	4
1.	Электроэнергия	1 кВт·ч	12,01
2.	Тепловая энергия	1 Гкал	5569,2
3.	Известь	1 кг	1,32
4.	Полиэтиленовая пленка	1 кг	120,2
5.	Полиэтиленовая пленка	1 м <sup>2</sup>	0,5
6.	Стальная проволока для вязки 1т соломы в тюки	-	774,9
7.	Органические виды топлива:		
	- авиабензин	1 кг	52,08
	- уголь	1 кг	32,76
	- природный газ	1 м <sup>2</sup>	49,56
	- древесина	1 кг	19,74
	- торф	1 кг	18,06
	- сланцы	1 кг	26,88
	- солома (14% влажности)	1 кг	14,28
	- биогаз	1м <sup>2</sup>	22,68
8.	Прямые и овеществленные затраты энергии при работе самолета	1 час	3510,8
9.	Перевозка (прямые затраты):		
	- водным транспортом	1ткм	0,34
	- самолетом	1ткм	27,85
	- автомобилем	1ткм	4,79
	- трактором	1ткм	5,75
	- тягачом с прицепом	1ткм	2,88
10.	Энергоемкость поливной воды	1000м <sup>3</sup>	6576,4
11.	Сушка:		
	пшеницы продовольственной, овса, ячменя продовольственных и кормовых с влажностью до сушки 20%	1т	481,32
	30%	1т	1029,84
	40%	1т	1636,3
	пшеницы сильной, твердой и ценных сортов с влажностью до сушки 20%	1т	601,44
	30%	1т	1287,3
	40%	1т	2045,4

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	
	ржи с влажностью до сушки	20%	1т	438,1
		30%	1т	937,0
		40%	1т	1488,9
	гороха с влажностью до сушки	20%	1т	962,6
		30%	1т	2059,7
		40%	1т	3272,6
	кукурузы	20%	1т	1482,6
		30%	1т	3171,8
		40%	1т	5040,0
12.	Сушка зеленых кормов с влажностью до сушки	55%	1т	8059,8
		60%	1т	10189,2
		65%	1т	12763,8
		70%	1т	16585,8
		75%	1т	21483,0
		80%	1т	29479,8
13.	Заготовка многолетних злаковых трав:			
	- сенажирование в траншеях	1т	243,6	
	- силосование без консервантов	1т	159,6	
	- силосование с консервантами	1т	158,76	
14.	Сушка помета с влажностью до сушки 80%	1 т	14023,8	
15.	Энергозатраты на семенной материал			
	- сахарная свекла	1 кг	54,6	
	- люцерна	1 кг	260,4	
	- травы на сено	1 кг	88,2	
	- кукуруза	1 кг	105,0	
	- сорго	1 кг	58,8	
	- ячмень, озимая и яровая пшеница	1 кг	12,6	
	- овес	1 кг	16,8	
	- соя	1 кг	33,6	
- картофель	1 кг	2,52		
16.	Затраты живого труда:			
	работа:			
	легкая	1 чел.-час.	0,88	
	средняя	1 чел.-час.	1,26	
	тяжелая	1 чел.-час.	2,00	

Таблица 3

Энергетические эквиваленты затрат на  
производство пестицидов

Наименование пестицидов	Энергетические эквиваленты затрат, МДж/кг д.в.
1	2
<u>Гербициды</u>	
2М-4Х	130
2,4-Д	85
Дикамба	135
Хлорамбена	170
Флуазифоп-бутил	518
Пропанид	220
Алахлор	278
Пропахлор (рамрод)	290
Хлорсульфурон	365
Бутилад	270
Фторметурон	655
Атразин	190
Дикват	400
Паракват	460
Глифосад	454
Линурон	290
Цианазин	201
Бентазон	434
Эптам	160
Метолахлор	276
Прометрин	210
<u>Фунгициды</u>	
Бордосская жидкость	
Известь гашеная	12
Медный купорос	86
Сера молотая	68
Сера	112
Фербам	99
Манеб	99
Каптан	115
Беномил	397

Продолжение таблицы 3

1	2
<u>Инсектициды</u>	
Карбарил	153
Карбофуран	454
Линдан	58
Мелатилон	229
Метилпратион	160
Метоксихлор	70
Пратион	159
Таксофен	58
Форат	209
Хлордимеформ	250
Циперметрин	58
Табачный экстракт	30
Пиретрум	45

Таблица 4

Энергетические затраты на производство  
препаративных форм пестицидов, МДж/кг

Препаративная форма	Гербицид	Фунгицид	Инсектицид
Масляная эмульсия	180	180	180
Смачивающийся порошок	30	30	30
Гранулированный препарат	125	125	125
Дуст	-	125	125

Таблица 5

Энергетические эквиваленты органических  
и других видов удобрений

Вид удобрения	Энергетический эквивалент, МДж/кг
Навоз (% влажности)	
60	0,84
70	0,63
80	0,42
Торфонавозные компосты (60% влажности )	1,70
Местные минеральные удобрения	2,90
Известковые материалы	3,80

Таблица 6

## Энергетические эквиваленты минеральных удобрений

Удобрение	Содержание действующего вещества, %	Энергетический эквивалент, МДж	
		1 кг д.в.	1 кг физического веса
<u>Азотные удобрения</u>			
сульфат аммония	20,5	86,8	17,79
аммиачная селитра	34,5	-//-	29,95
натриевая селитра	16,0	-//-	13,89
кальциевая селитра	17,0	-//-	14,76
карбамид (мочевина)	46,0	-//-	39,93
хлористый аммоний	26,0	-//-	22,57
сульфат аммония натрия	14,0	-//-	12,15
аммиачная вода	20,5	-//-	17,79
аммиак жидкий	82,0	-//-	71,18
углеаммиаты жидкие	29,0	-//-	25,17
<u>Фосфорные удобрения</u>			
суперфосфат простой порошковидный	18,7	12,6	2,36
суперфосфат простой гранулированный	19,5	-//-	2,46
суперфосфат двойной	46,0	-//-	5,80
фосфатшлак	10,0	-//-	1,26
фосфоритная мука	19,0	-//-	2,39
<u>Калийные удобрения</u>			
хлористый калий	60,0	8,3	4,98
калийная соль	40,0	-//-	3,32
сульфат калия	48,0	-//-	3,98
сильвинит молотый	14,0	-//-	1,16
каинит	10,0	-//-	0,83
концентрат калийно-магниевый	19,0	-//-	1,58

Таблица 7

## Энергетическая ценность топлива

Вид топлива	МДж/кг
Бензин	54,50
Дизельное топливо	52,80
Керосин	42,90
Мазут топочный	40,14
Топливо печное, бытовое	42,70

Таблица 8

Культура	Энергетическая ценность, МДж/кг	Культура	Энергетическая ценность, МДж/кг
Пшеница озимая	13,36	Горох	12,73
Пшеница яровая	13,23	Соя	16,59
Рожь	13,44	Картофель	3,49
Овес	12,6	Сорго	13,57
Ячмень	13,06	Кукуруза	14,20