

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И АГРОБИЗНЕСА

КАФЕДРА АГРОНОМИИ, СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА

В.М. Никифоров, Г.П. Малявко, И.Н. Белоус

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АГРОТЕХНОЛОГИЙ

Учебно-методическое пособие
для проведения лабораторно-практических занятий
направление 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение
профиль Агроэкология
квалификация Бакалавр

**Брянская область
2019**

УДК 631.17:63:54:631.4 (076)

ББК 4:40.4:40.3

Н 62

Никифоров, В. М. Энергетическая оценка агротехнологий: учебно-методическое пособие для проведения лабораторно-практических занятий по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, профиль Агрэкология / В. М. Никифоров, Г. П. Малявко, И. Н. Белоус. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 56 с.

Учебно-методическое пособие переработано в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение (уровень бакалавриата), утверждённым приказом Министерства образования и науки РФ от 20 октября 2015 года № 1166.

Рецензент: кандидат с.-х. наук, доцент А.Л. Силаев

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией института экономики и агробизнеса, протокол № 3 от 25 января 2019 года.

© Брянский ГАУ, 2019

© Никифоров В.М., 2019

© Малявко Г.П., 2019

© Белоус И.Н., 2019

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Обоснование энергетической оценки агротехнологий	7
2. Общие положения методики расчета энергетической эффективности технологий	8
3. Расчет затрат энергии на тракторы, сельскохозяйственные машины, комбайны и автотранспорт (Q_1)	9
4. Расчет затрат энергии, вложенной трудовыми ресурсами (Q_2)	14
5. Расчет затрат энергии на горюче-смазочные материалы (Q_3)	18
6. Резервы экономии топлива	22
7. Расчет энергии, затрачиваемой на органические и минеральные удобрения (Q_4)	24
8. Расчет энергозатрат на пестициды (Q_5)	29
9. Расчет энергозатрат на электроэнергию (Q_6)	32
10. Расчет энергии, затраченной в технологии с семенами (Q_7)	34
11. Расчёт энергии, полученной с урожаем (Q_p)	35
12. Энергетическая оценка агротехнологии	35
13. Энергетическая эффективность агротехнологии	37
14. Энергетический анализ мероприятий по защите окружающей среды	38
15. Краткий словарь используемых терминов и определений	40
Литература	43
Приложение	45

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное учебно-методическое пособие переработано:

- в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение (уровень бакалавриата), утверждённым приказом Министерства образования и науки РФ от 20 октября 2015 года № 1166;

- в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, профиль Агроэкология, утверждённым Учёным советом вуза от 31 августа 2017 года, протокол № 12.

Энергетическая оценка агротехнологий входит в цикл базовых дисциплин. В результате освоения дисциплины, обучающийся формирует следующую компетенцию:

ПК-5: способностью обосновать рациональное применение технологических приемов воспроизводства плодородия почв.

В связи с этим обучающийся должен:

- **знать:** классификацию агротехнических приёмов с позиции ресурсо- и энергозатрат, энергетические эквиваленты для минеральных и органических удобрений; резервы экономии топливно-энергетических и материальных ресурсов, категории технологий с позиции их интенсификации;

- **уметь:** рассчитать эффективность применения агротехнологий и наметить пути снижения энерго- и ресурсозатрат, разрабатывать экологически безопасные энерго- и ресурсосберегающие системы применения удобрений под конкретные культуры на основании данных технологической карты и наметить пути снижения энергозатрат; разрабатывать технологию, способствующую воспроизводству плодородия почвы.

- **владеть:** методикой расчета технологических карт и методикой расчёта энергетической эффективности агротехнологий.

ВВЕДЕНИЕ

В Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы предусмотрено увеличение производства продукции растениеводства и животноводства. Для этого необходимы технологическая модернизация сельского хозяйства и оптимизация затрат материально-технических ресурсов.

Эффективность сельскохозяйственного производства в значительной степени зависит от экономного использования материально-технических ресурсов при производстве и регламентированном применении технологических средств по назначению.

При современном машинно-технологическом укладе сельскохозяйственного производства национальная экономика несет потери в виде упущенного дохода (недополученной продукции). По оценке экспертов ежегодные потери по зерну составляют около 15-20 млн. т, молоку - 7 млн. т, мясу - 1 млн. т. Основная причина потерь - технологическое несовершенство сельскохозяйственного производства. Потери отрасли в связи с отсталостью производства можно объединить в три основные группы: биологические - 25- 30%, технологические - 40-45, технические - 30-35%.

Ресурсосбережение - одно из важнейших направлений в структурной перестройке методов ведения сельхозпроизводства. Для обеспечения конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции необходимо систематически сокращать трудовые, материальные и энергетические затраты при ее производстве, которые в России остаются высокими.

При опережающем росте тарифов и цен на топливо и электроэнергию по сравнению с ценами сельхозпродукции доля энергозатрат в ее себестоимости возросла с 3-8 до 10-20%, а по некоторым видам - до 30-50% и более (теплицы и т.п.). В среднем в валовой продукции сельского хозяйства прямые энергозатраты в стоимостном выражении составляют более 13 %.

Эффективность применения ресурсосберегающих технологий должна сопровождаться постоянным повышением плодородия почвы, учетом биологических особенностей райониро-

ванных высокопродуктивных сортов интенсивного типа, научно обоснованным применением удобрений и мелиорантов, использованием интегрированной защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, формированием оптимального состава машинно-тракторного парка при высокопроизводительном его использовании, высокой квалификацией кадров, безукоризненным соблюдением технологической дисциплины. Опыт работы сельскохозяйственных предприятий во многих областях, краях и республиках показывает, что переход на ресурсосберегающие технологии позволяет снизить себестоимость, например при производстве зерна, более чем на 30% при стабильном росте урожайности до 20-30%.

Таким образом, 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 и материальных затрат в сельском хозяйстве нашей страны и других странах, выявить наиболее энергозатратные элементы существующих технологии и разработать новые ресурсосберегающие технологии.

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

1. Обоснование энергетической оценки агротехнологий

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 ряде 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 эффективности производства сельскохозяйственных продуктов посредством денежных и трудовых показателей все большее значение приобретает метод энергетической оценки, учитывающий как количество энергии, затраченной на производство сельскохозяйственной продукции, так и аккумулированной в ней. Применение этого метода дает возможность наиболее точно учесть и в сопоставимых энергетических эквивалентах выразить не только затраты энергии живого и овеществленного труда на технологические процессы и операции, но также энергию, воплощенную в полученной продукции.

Энергетическая оценка имеет ряд преимуществ перед экономической:

Во - первых результаты сельскохозяйственной деятельности выражаются в единых международных единицах (МДж);

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.

Таким образом, энергетическая оценка позволяет сравнивать различные технологии производства сельскохозяйственной

продукции с точки зрения расхода энергетических ресурсов, определить структуру потоков энергии в агроценозах и выявить главные резервы экономии технической энергии в земледелии. Определение как затраченной, так и полученной энергии дает возможность количественно оценить энергетическую эффективность возделывания сельскохозяйственных культур. 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 её выход должны быть выражены в сопоставимых единицах. При этом принимают во внимание теплосодержание используемых нефтепродуктов, энергозатраты на их производство, энергоёмкость машин, удобрений и энергосодержание сельскохозяйственной продукции в МДж или ккал/кг.

Энергетическая эффективность агротехнологии (E) – это отношение энергии, накопленной хозяйственно-ценной частью урожая (Q_P) к энергии, затраченной на его производство ($\sum Q$):

$$E = Q_P / \sum Q$$

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

$$Q_P = Y * S * X$$

где: Y – урожайность культуры, т/га.

S – площадь посева (посадки) культуры, га
X – энергосодержание урожая культуры (энергетический эквивалент), МДж/т (прил. 7).

Энергию, затраченную на производство сельскохозяйственной продукции (ΣQ), вычисляют по формуле:

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7$$

где: Q1 - затраты энергии на тракторы, сельскохозяйственные машины, комбайны и автотранспорт;

Q2 - затраты энергии, вложенные трудовыми ресурсами;

Q3 - затраты энергии на горюче-смазочные материалы;

Q4 - затраты энергии на удобрения;

Q5 - затраты энергии на пестициды;

Q6 - затраты электроэнергии;

Q7 - затраты энергии с семенами (посадочным материалом).

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 и бензина, а также количество удобрений, пестицидов, затраты электроэнергии и т.д., необходимое для производства сельскохозяйственной продукции.

3. Расчет затрат энергии на тракторы, сельскохозяйственные машины, комбайны и автотранспорт (Q₁)

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 ближай-

шую 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.

Затраты энергии на тракторы, сельскохозяйственные машины, комбайны и автотранспорт (Q_1) рассчитывают по формуле:

$$Q_1 = Q_{\text{ТР}} + Q_{\text{АВТ}}$$

где: $Q_{\text{ТР}}$ – совокупные затраты энергии на тракторы, сельскохозяйственные машины, комбайны

$Q_{\text{АВТ}}$ - совокупные затраты энергии на автотранспорт.

3.1. Расчет затрат энергии на тракторы, сельскохозяйственные машины и комбайны ($Q_{\text{ТР}}$)

Для расчета совокупных затрат энергии в таблицу 1, из технологической карты вписываются марки тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин, их количество, а также время их участия в технологическом процессе. Энергоёмкость технических средств (МДж/час) берется из приложения 2.

Совокупная энергия рассчитывается путем перемножения количества технических средств (шт) на время их участия в технологическом процессе (час) и на энергоёмкость (МДж/час).

Таблица 1 – Затраты энергии на тракторы, комбайны и сельскохозяйственные машины

№ п/п	Тракторы, комбайны, с.-х. машины		Время участия в технологическом процессе, час	Энергоёмкость, 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					

1	2	3	4	5	6
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					
ИТОГО (Q_{тр})					

Выводы: _____

3.2. Расчет затрат энергии на автотранспорт ($Q_{\text{авт}}$)

Таблица 2 – Затраты энергии на автотранспорт

№ п/п	Марка автомобиля	Объём работ, т	Расстояние перевозки, км	Грузоподъёмность автомобиля, т	Количество рейсов	Общий пробег, км	Энергоёмкость, МДж/км	Совокупная энергия, МДж
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
ИТОГО ($Q_{\text{авт}}$)								

Выводы: _____

Для расчета совокупных затрат энергии в таблицу 2, из технологической карты вписываются марки автомобилей, участвующих в технологическом процессе и объём работ (т), выполняемый ими.

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

Количество рейсов - это отношение объема работ (т) к грузоподъемности автомобиля (т). Грузоподъемность автомобилей представлена в приложении 3. Количество рейсов не может

быть дробной величиной. Округление всегда производится в большую сторону. Даже, если расчётное количество рейсов составило 4,1, то в таблицу записывается 5.

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

Энергоемкость (МДж/км) автомобиля представлена в приложении 3.

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

$$Q_1 = Q_{\text{ТР}} + Q_{\text{АВТ}} = \underline{\hspace{10cm}} \text{ МДж}$$

Выводы: _____

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	-

Таким образом, 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 рекомендаций учета энергетических затрат труда человека.

А.Г. Булаткин рекомендует рассчитывать затраты труда в чел-час, которые определяют путем умножения числа работников, обслуживающих агрегаты на количество нормо-смен 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.

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

Е.И. Базаров предложил методику полного учета энергетических затрат совокупного труда.

Расчёт проводится с помощью энергетических эквивалентов, разработанных для определения затрат энергии по комплексу элементов по формуле:

$$Q_2 = q * n$$

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

n – затраты труда на весь объём работ, чел.-ч.

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 (q):

- управление гусеничными тракторами - 1,86 МДж/чел - час;

- управление колесными тракторами - 1,26 МДж/чел - час;

- управление комбайнами - 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.

Затраты труда на весь объём работ, чел.-ч. (n) рассчитаны в технологической карте.

Для расчета совокупных затрат энергии труда человека по профессиям необходимо заполнить таблицу 4.

Таблица 4 – Расчёт затрат энергии труда человека

№ п/п	Профессии	Энергозатраты на 1 чел.-ч., МДж (q)	Затраты труда на весь объём работ, чел.-ч. (n)	Затраты совокупной энергии, МДж (Q)
1	2	3	4	5
1	Трактористы-машинисты (управление гусеничными тракторами)			
2	Трактористы-машинисты (управление колёсными тракторами)			
3	Комбайнёры			
4	Шофёры			
5	Операторы электрифицированных машин			
6	Грузчики			
7	Полевые рабочие			
ИТОГО (Q₂)				

Выводы: _____

Основные пути снижения затрат труда человека:

Уменьшение числа рабочих, обслуживающих агрегат благодаря использованию навесных машин, автоматизации произ-

водственных процессов и управления агрегатами, правильной организации труда.

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.

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

5. Расчет затрат энергии на горюче-смазочные материалы (Q_3)

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 является крупным потребителем нефтепродуктов. На агропромышленный комплекс в последнее время приходится 40 % затрат нефтепродуктов.

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.

Совокупные затраты энергии на ГСМ (Q_3) рассчитываются по формуле:

$$Q_3 = Q_{\text{ГСМ. тр.}} + Q_{\text{ГСМ. авт}}$$

где: $Q_{\text{ГСМ. тр.}}$ – затраты энергии ГСМ на тракторы и комбайны, МДж;

$Q_{\text{ГСМ. авт}}$ – затраты энергии ГСМ на автомобили, МДж.

Таблица 5 - Теплота сгорания топлива и коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии на его производство

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

5.1. Расчёт затрат энергии ГСМ на тракторы и комбайны ($Q_{\text{ГСМ. тр}}$)

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

$$Q_{\text{ГСМ. тр}} = H \times (a + f)$$

где: H - расход топлива, кг;

a - теплота сгорания топлива, МДж/кг (табл. 5);

f - коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии на производство топлива, МДж/кг (табл. 5).

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

Расход топлива при работе тракторов и комбайнов на 100 га, кг	Теплота сгорания топлива, МДж/кг	Коэффициент учитывающий дополнительные затраты энергии на производство топлива МДж/кг	Расход энергии, МДж

5.2. Расчёт затрат энергии ГСМ на автотранспорт ($Q_{\text{ГСМ. авт}}$)

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

$$Q_{\text{ГСМ. авт}} = H \times (a + f)$$

где: H – общий расход топлива, кг;

a - теплота сгорания топлива, МДж/кг (табл. 5);

f - коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии на производство топлива, МДж/кг (табл. 5).

Общий расход топлива (H) рассчитывается по формуле:

$$H = V * G_a$$

где: H - общий расход топлива, кг

V – объём перевозимого груза, т

G_a - расход жидкого топлива, кг/т

Расход жидкого топлива (G_a) при работе автотранспорта определяют по формуле:

$$G_a = \frac{R * L * \rho}{50 * q} * \left(1 + \frac{d}{100} \right)$$

где: G_a - расход жидкого топлива, кг/т

R - линейная норма расхода жидкого топлива на 100 км пробега, л (прил. 4);

L - расстояние перевозки, км;

ρ - плотность топлива (бензин - 0,72 кг/л; дизельное топливо – 0,85 кг/л);

q - грузоподъемность автомобиля, т (прил. 3);

d - увеличение линейной нормы в зависимости от категории дороги, % (прил. 4).

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

Таблица 7 – Расчёт затрат энергии ГСМ на автоперевозки

Марка автомобиля	Объем перевозимого груза, т	Расход жидкого топлива, кг/т	Общий расход топлива, кг	Теплота сгорания топлива, МДж/кг	Коэффициент учитываемый доп. эн., МДж/кг	Расход энергии, МДж
	(V)	(G _a)	(H)	(a)	(f)	(Q _{ГСМ авт})
ИТОГО						

$$Q_3 = Q_{\text{ГСМ. тр.}} + Q_{\text{ГСМ. авт}} = \underline{\hspace{10em}} \text{ МДж}$$

Выводы: _____

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 уплотня-

ющего 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).

7. Расчет энергии, затрачиваемой на органические и минеральные удобрения (Q_4)

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 сберегающего 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 сберегающего 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, запашанной 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, последействия 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 последействия небольшая по времени: 1-й год - 45%, 2-й год - 35%; 3-й год - 20 %.

Энергетические эквиваленты органических удобрений представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Энергетические эквиваленты органических удобрений

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

Минеральные удобрения

Энергоемкость минеральных удобрений определяют исходя из следующих данных:

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

Пример: при возделывании яровой пшеницы на 1 гектар необходимо внести минеральные удобрения в норме $N_{60}P_{40}K_{70}$ по действующему веществу (д.в.). Минеральные удобрения будут вноситься аммиачной селитрой, простым суперфосфатом и хлористым калием. Посевная площадь яровой пшеницы 30 га.

Расчет:

Сначала необходимо перевести норму удобрения из действующего вещества в физическую массу (ф.м.):

- N_{60} - аммиачная селитра (содержание д.в. 34,5 %):

$$60 / 34,5 * 100 = \underline{173,9 \text{ кг}}$$

- P_{40} - суперфосфат простой (18,7 % д.в.):

$$40 / 18,7 * 100 = \underline{213,9 \text{ кг}}$$

- K_{70} – хлористый калий (60,0 % д.в.):

$$70 / 60 * 100 = \underline{116,7 \text{ кг}}$$

Затем норму удобрения в физической массе необходимо умножить на соответствующий энергетический эквивалент (на 1 кг физической массы):

- аммиачная селитра (энергетический эквивалент 27,6 МДж/кг ф.м.):

$$173,9 \text{ кг} * 27,6 \text{ МДж/кг} = \underline{4799,6 \text{ МДж}}$$

-суперфосфат простой (2,6 МДж/кг):

$$213,9 * 2,6 = \underline{556,1 \text{ МДж}}$$

- хлористый калий (5,3 МДж/кг):

$$116,7 * 5,3 = \underline{618,5 \text{ МДж}}$$

$$4799,6 \text{ МДж} + 556,1 \text{ МДж} + 618,5 \text{ МДж} = \underline{5974,2 \text{ МДж/га}}$$

Так как площадь посева культуры составляет 30 га, а затраты энергии на минеральные удобрения 5974,2 МДж/га, то совокупные затраты энергии составляют:

$$30 \text{ га} * 5974,2 \text{ МДж/га} = \underline{179226 \text{ МДж}}$$

Расчёт затрат энергии на минеральные удобрения проводятся в таблице 9.

Таблица 9 – Расчёт затрат энергии на минеральные удобрения

Виды и формы удобрений	Норма удобрений на 1 га в д.в.	Содержание д.в. в минеральном удобрении, %	Норма удобрений на 1 га в физической массе, кг	Энергетический эквивалент на 1 кг физической массы удобрения, МДж	Затраты энергии, МДж/га	Посевная площадь, га	Совокупные затраты энергии на посевную площадь, МДж
1	2	3	4	5	6	7	8
Азотные							
Фосфорные							
Калийные							
Сложные							
ИТОГО							

Выводы: _____

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.

Учёт затрат на пестициды и ретарданты производится согласно данных ТК. Пестициды заносятся в таблицу 10 (по видам). Энергетические эквиваленты представлены в приложении 6.

Подбор пестицидов и агрохимикатов проводится согласно «Справочнику пестицидов...».

Пример: при возделывании зерновых применяют:

а) протравитель (фунгицид) Витавакс 200 ФФ (200 г/л карбоксина + 200 г/л тирама), ВСК (водно-суспензионный концентрат). Норма расхода препарата 2-3 л/т. Норма высева семян 200 кг/га. Площадь посева 100 га.

Расчёт: Объем работы – 200 кг/га * 100 га = 20000 кг = 20 т

Норма расхода препарата – 3 л/т

Расход препарата на весь объём работ – 3 л/т * 20 т = 60 л

Содержание д.в. в препарате – 200 г/л + 200 г/л = 400 г/л = 0,4 кг/л

Расход д.в. на весь объём работ – 0,4 кг/л * 60 л = 24 кг

Энергетический эквивалент для фунгицида (ВСК, водно-суспензионный концентрат) – 272,6 МДж/кг (прил. 6).

Затраты энергии на применение протравителя – 272,6
 МДж/кг * 24 кг = 6542,4 МДж

Таблица 10 – Затраты энергии на пестициды

Пестициды и агрохимикаты	Объём работы, га (т)	Норма расхода препарата на 1 га (т), кг (л)	Расход препарата на весь объём работ, кг (л)	Содержание действующего вещества в препарате, кг	Расход д.в. на весь объём работ, кг	Энергетический эквивалент на 1 кг д.в., МДж	Затраты энергии, МДж
1	2	3	4	5	6	7	8
Гербициды							
Фунгициды							
Инсектициды							
Ретарданты							
ИТОГО							

б) гербицид Базагран (480 г/л бентазона), ВР. Норма расхода 2-4 л/га. Площадь посева 100 га

Расчёт: Объём работы – 100 га

Норма расхода препарата – 3 л/га

Расход препарата на весь объём работ – 3 л/га * 100 га = 300 л

Содержание д.в. в препарате – 480 г/л = 0,48 кг/л

Расход д.в. на весь объём работ – 0,48 кг/л * 300 л = 144 кг

Энергетический эквивалент для гербицида (ВР, водный раствор) – 419,6 МДж/кг

Затраты энергии на применение протравителя – 419,6 МДж/кг * 144 кг = 60422,4 МДж

Итого (фунгицид + гербицид) - 6542,4 МДж + 60422,4 МДж = 66964,8 МДж

Вывод: Затраты энергии на пестициды (**Q₅**) составляют **66964,8 МДж**

Выводы: _____

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. 11). Расход электроэнергии берется согласно данных ТК. Переход от кВт.ч к МДж осуществляется по энергетическому эквиваленту 3,6, т. е. 1 кВт.ч = 3,6 МДж.

Энергетический эквивалент - приложение 2.

Таблица 11 – Расчёт затрат на электроэнергию

Марка машины	Объём работ, т	Производительность машины, т/час	Производительность с учётом рекомендуемой мощности (60 %), т/час	Время на выполнение всего объёма работы, час	Энергетический эквивалент, МДж/час	Затраты энергии, МДж
1	2	3	4	5	6	7
ИТОГО						

Пример: Для протравливания семян применяется машина **ПС-10**. Объём работы – **20 т** (норма высева семян – 200 кг/га, площадь посева – 100 га). Производительность машины – **10 т/час**. Для эффективной и более долговечной работы электродвигателя, рекомендуется использовать мощность не более чем на 60 %. Таким образом, производительность ПС-10 с учётом рекомендуемой мощности составит: $10 \text{ т/час} * 60\% / 100\% = \mathbf{6 \text{ т/час}}$. Весь объём работы мы выполним за **3,3 часа** (20 т / 6 т/час). Энергетический эквивалент для ПС – 10 составляет **33,1 МДж/час** (прил. 2). Таким образом, затраты энергии на протравливание семян составят: $3,3 * 33,1 = \mathbf{109,2 \text{ МДж}}$

Таблица 11 – Расчёт затрат на электроэнергию (пример)

1	2	3	4	5	6	7
ПС-10	20	10	6	3,3	33,1	109,2

Выводы: _____

10. Расчет энергии, затраченной в технологии с семенами (Q₇)

Расчёт показателя (Q₇) ведётся в соответствии с данными технологической карты и данными, представленными в приложении 7 по форме таблицы 12.

Таблица 12 – Затраты энергии с семенами

Культура	Расход семян на 100 га посева, т	Энергетическая ценность семян, МДж/т	Совокупные затраты энергии, МДж

Выводы: _____

11. Расчёт энергии, полученной с урожаем (Q_p)

Энергонакопление урожаем определяют, заполняя таблицу 13. 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 (приложение 7) на валовый сбор.

Таблица 13 – Содержание энергии в урожае

Наименование продукции	Валовый сбор, т	Энергетический эквивалент, МДж/т	Содержание энергии в урожае, МДж
Основная			
Побочная			
Основная+побочная			

Выводы: _____

12. Энергетическая оценка агротехнологии

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. 14). При анализе агротехнологии обращают внимание на более энергоемкие статьи затрат для того, чтобы впоследствии предложить пути их снижения.

Таблица 14 – Энергетическая оценка агротехнологии

№ п/п	Статьи затрат энергии	Затраты энергии		
		МДж/100га	МДж/т	%
1.	Техника, всего (Q_1)			
	- тракторы, комбайны, с-х машины			
	- автотранспорт			
2.	Живой труд (Q_2)			
3.	Топливо (ГСМ), всего (Q_3)			
	- тракторы и комбайны			
	- автоперевозки			
4.	Удобрения, всего (Q_4)			
	- органические			
	- минеральные, всего			
	в т.ч. сложные			
	азотные			
	фосфорные			
	калийные			
5.	Пестициды, всего (Q_5)			
6.	Электроэнергия (Q_6)			
7.	Семена (Q_7)			
8.	Всего затрат техногенной энергии (ΣQ)			100

Выводы: _____

13. Энергетическая эффективность агротехнологии

Заключительный этап энергетической оценки основан на сопоставлении энергии, затраченной на производство растениеводческой продукции и энергии, получаемой с урожаем (табл. 15).

Таблица 15 – Энергетическая эффективность технологии

Наименование продукции	Содержание энергии в урожае (Q_p), МДж	Затраты техногенной энергии (ΣQ), МДж	Чистый энергетический доход, МДж	Коэффициент энергетической эффективности	Биоэнергетический коэффициент посева

Чистый энергетический доход - разница между содержанием энергии в урожае и затратами техногенной энергии.

Коэффициент энергетической эффективности - отношение чистого дохода к энергозатратам.

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

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.

Выводы: _____

14. 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.

Как правило, последствия воздействий производств на природную среду, 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.

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: строительство 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 энер-

гозатрат 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.

15. 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 - необработанная 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 биоэнергонасителей.

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.

Литература:

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

2. [Эффективность интенсивных технологий](#) / Н.М. Белоус, В.Т. Кормильчиков, А.И. Ламин, Б.Г. Береснев // [Агрохимический вестник](#). 1988. № 11. С. 9-13.

3. Бузько В.А. Энергетическая оценка технологий возделывания и уборки озимой пшеницы при длительном применении средств химизации в полевом севообороте Центрального Нечерноземья России: автореф. канд. с.-х. наук. М., 2007. 28 с.

4. Возобновляемое растительное сырье / под общ. ред. д-ра с.-х. наук, Д. Шпаара. Санкт-Петербург - Пушкин, 2006. 416 с.

5. Войтович, Н.В., Никифоров, В.М. Формирование урожая яровой пшеницы в современных технологиях // [Агрохимический вестник](#). 2009. № 4. С. 38-40.

6. Использование полифункциональных хелатных комплексов при возделывании яровой пшеницы / Г.В. Чекин, В.М. Никифоров, А.Л. Силаев, Е.В. Смольский, М.И. Никифоров, М.М. Нечаев // Проблемы экологизации сельского хозяйства и пути их решения: материалы национальной научно-практической конференции. Брянск, 2017. С. 49-54.

7. Мальцев В.Ф., Ториков В.Е., Малявко Г.П. Сравнительная оценка технологий возделывания озимой ржи по энерго- и ресурсосберегаемости // [Зерновое хозяйство](#). 1999. № 1. С. 21-22.

8. Малявко Г.П. Агроэнергетика: учебно-методическое пособие к проведению лабораторно-практических занятий для студентов агроэкологического института обучающихся по специальностям 110201-"Агрономия", 110102 – «Агроэкология», 110305 – «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции». Брянск, 2010.

9. Малявко Г.П., Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Агрохимическое обоснование технологий возделывания озимой ржи на юго-западе России. Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. 247 с.

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

11. Методика определения энергетического эквивалента соломенного подстилочного навоза в зависимости от энергетических эквивалентов компонентов затрат / 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 / под ред. В.Г. Сычева. Брянск, 2009.

12. Перспективы применения полифункциональных хелатных комплексов для формирования высоких урожаев пивоваренного ячменя / В.М. Никифоров, А.Л. Силаев, Г.В. Чекин, Е.В. Смольский, М.И. Никифоров, М.М. Нечаев // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 6. С.8-14.

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

14. Федоренко В.Ф., Тихонравов В.С. Ресурсосбережение в агропромышленном комплексе: инновации и опыт. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 328 с.

15. Федоренко В.Ф. Повышение ресурсоэнергоэффективности агропромышленного комплекса: науч. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 284 с.

16. Агрономическая и экономическая эффективность защитных мероприятий при реабилитации естественных кормовых угодий / В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко, А.Л. Силаев, А.Н. Дзудзило // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 5. С. 25-31.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1 - 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	0,0042	1	0,0012	0,00014	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 (k)	10 ³	тысяча
Мега	М (M)	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

Приложение 2 - Энергоёмкость технических средств

Трактор, машина	Масса, кг	Полные энергозатраты машин, МДж	Годовая загрузка, ч	Годовая амортизация, %	Годовые затраты энергии на текущий ремонт и техобслуживание, %	Энергоёмкость, 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	147
ПЛН - 6 - 35	1230	127920	230	12,5	14,0	220
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
АПЖ - 12	2200	228800	80	20,0	11,0	887
ОПШ - 15	850	88400	130	20,0	11,0	211
Прицепы тракторные:						
2ПТС - 4	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

продолжение приложения 2

Энергетические эквиваленты на 1 ч эксплуатационного времени машин и оборудования

Марка	Масса, кг	Энергетический эквивалент, МДж/ч
1	2	3
<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
ЗМ-60		198,6
<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

1	2	3
<i>Машины и оборудование для уборки соломы, сена и кормовых корнеплодов</i>		
ВТУ - 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
ТЭК - 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
НИК - 4	2688	567,2
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 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 ПРП-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	4740	245,0

**Приложение 3 – Энергоёмкость автомобилей,
приходящаяся на 1 км пробега**

Марка автомобиля	Масса, кг	Грузоподъёмность, кг	Отчисления, %		Энергоёмкость, 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	6725	8000	0,3	0,2	2,91
КамАЗ - 5320	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	32
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

Приложение 6 - 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

**Приложение 7 - Энергосодержание урожая полевых культур
в зависимости от химического состава**

Культура	% от абсолютно сухого вещества			Энергосодержание, ГДж/т			
	углеводы	белки	жиры	углеводы	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	86	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	84	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
<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 иподсолнечника 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

Никифоров Владимир Михайлович
Малявко Галина Петровна
Белоус Игорь Николаевич

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АГРОТЕХНОЛОГИЙ

учебно-методическое пособие
для проведения лабораторно-практических занятий
направление подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение,
профиль Агроэкология

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 01.02.2019 г. Формат 60x84. 1/16.

Бумага печатная Усл.п.л. 3,25. Тираж 25 экз. Изд. № 6310.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ