ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631. 372

**ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ****ASSESSMENT OF ENERGY EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES
AND TECHNICAL DEVICES IN CROP PRODUCTION****Н.И. Джабборов¹**, доктор технических наук**В.А.Эвиев²**, доктор технических наук**Н.Г. Очиров³**, кандидат технических наук**N.I. Jabborov¹, V.A. Eviev², N.G. Ochirov³**¹ФГБНУ «Институт агроинженерных и экологических проблем
сельскохозяйственного производства», г. Санкт-Петербург²ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет», г. Элиста³ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет», г. Магадан¹ FSBSI «Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production»,
Saint-Petersburg² FSBEI of Higher Education «Kalmyk State University», Elista³ FSBEI of Higher Education «North-Eastern State University», Magadan

Предложенная в статье методика существенно дополняет оценку энергоэффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур и позволяет: определить фактические значения коэффициентов энергоэффективности технических средств, применяемых в настоящее время в растениеводстве; прогнозировать коэффициенты энергоэффективности разрабатываемых новых технических средств; разработать и создать энергоэффективные технические средства. В качестве показателя энергетической эффективности технических средств (или сельскохозяйственных агрегатов) предложен коэффициент энергоэффективности $K_{T.CP}$. Предложенный коэффициент $K_{T.CP}$ позволяет оценить уровень энергоэффективности применяемых в производстве сельскохозяйственных агрегатов, определить величину резерва неиспользованной энергии энергетических средств и разработать технологические мероприятия по повышению энергоэффективности технических средств. Прогнозирование значения коэффициента $K_{T.CP}$ в процессе проектирования позволяет разработать конструктивные мероприятия и создать такие агрегаты, которые обеспечивали бы энергоэффективность новых машин, соответственно и технологических процессов. Предложенный коэффициент $K_{T.CP}$ характеризует уровень использования эффективной потенциальной энергетической возможности технических средств, применяемых в растениеводстве.

The technique which proposed in this article essentially supplements the assessment of energy efficiency of cultivation agricultural crops' technologies and allows: to determine the actual values of the energy efficiency coefficients of the technical devices which are currently used in crop production; to forecast the energy efficiency coefficients of the new developing technical devices; to develop and create energy-efficient technical devices. An energy efficiency coefficient $K_{T.CP}$ was offered as an indicator of the energy efficiency of technical devices (or agricultural aggregate). The proposed coefficient $K_{T.CP}$ allows to assess the level of energy efficiency used in the production of agricultural aggregate, to determine the amount of the unused energy's reserve of energy resources and to develop technological measures to improve the energy efficiency of technical means. The forecasting of the value of the coefficient $K_{T.CP}$ in the design process allows us to develop constructive measures and create such aggregates which would ensure the energy efficiency of new machines and, accordingly,

technological processes. The proposed coefficient $K_{T.CP}$ characterizes the level of use of the effective potential energy possibility of technical means which are used in crop production.

Ключевые слова: *энергосбережение, энергоэффективность, коэффициент энергетической эффективности, технологический процесс.*

Key words: *energy saving, energy efficiency, coefficient of energy efficiency, technological process.*

Введение. Научные принципы повышения энергоэффективности технологических процессов в растениеводстве базируются на системном подходе, когда каждая почвообрабатывающая машина рассматривается как сложная динамическая система, состоящая из энергетического и технологического модулей, отдельных рабочих органов, определенным образом связанных между собой и внешней средой.

Энергоэффективность и энергосбережение в технологиях входят в Перечень критических технологий и приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации.

Анализ литературы [1–9] показывает, что отечественными и зарубежными учеными проводились и проводятся широкомасштабные научные исследования по разработке и освоению энергосберегающих и энергоэффективных технологий и технических средств, для производства сельскохозяйственной продукции.

Анализ технологий обработки почвы и в целом технологии производства сельскохозяйственной продукции в растениеводстве, разработанных и рекомендуемых производству показывает, что в них энергоэффективность достигается путем экономии энергии (энергосбережения) при производстве механизированных полевых работ и рациональном использовании технических средств и технологических материалов. Энергосбережение – это частный случай мер по повышению энергоэффективности, в результате которого затраты, вызывающие полезный эффект, уменьшаются, и соответственно растет энергоэффективность.

Другими словами, энергосбережение – это уменьшение затрат энергии при сохранении исходного полезного продукта, а энергоэффективность – увеличение полезного продукта при сохранении исходных затрат энергии.

В настоящее время учеными и специалистами наибольшее внимание уделяется первому пути обеспечения энергоэффективности технологий и технических средств, то есть энергосбережению.

Имеется другой, основной, путь повышения энергоэффективности технологий и технологических процессов. Это повышение коэффициента полезного действия топливно-энергетических затрат (энергоресурсов) на технологические процессы и технологии производства сельскохозяйственной продукции в целом.

Материалы и методы. Целью исследований является оценка энергетической эффективности технологических процессов и технических средств в растениеводстве. Предложенная оценка разработана на основе системного подхода, обобщения и анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований, моделирования технологических процессов.

Результаты и обсуждение. Энергетическую эффективность технологических процессов в растениеводстве можно достичь двумя путями (рисунок 1):

- 1) – повышением КПД энергетических ресурсов;

2) – энергосбережением (экономией энергии) при выполнении технологических процессов.

Энергосбережение в технологических процессах (например, обработка почвы) можно обеспечить (рисунок 2):

- оптимизацией конструктивно-технологических и эксплуатационных параметров почвообрабатывающих агрегатов;
- оптимизацией количества технологических операций;
- оптимизацией скоростных режимов работы технических средств;
- оптимизацией нагрузочных режимов работы технических средств.

Рисунок 1 – Пути энергосбережения в технологических процессах

Рисунок 2 – Энергосбережение в технологических процессах обработки почвы

В свою очередь повышение КПД энергетических ресурсов в технологиях можно обеспечить (рисунок 3):

- повышением КПД технологических материалов (минеральных и органических удобрений, гербицидов и т.д.);
- повышением КПД технических средств.

Рисунок 3 – Пути повышения коэффициента полезного действия энергетических ресурсов

Существенное повышение энергоэффективности в технологиях в растениеводстве можно обеспечить на основе комплексной реализации следующих научных принципов (рисунок 4).

Рисунок 4 – Научные принципы повышения энергоэффективности технологических процессов обработки почвы

Комплексное применение названных научных принципов при проектировании позволяет разработать технологические процессы и соответствующие почвообрабатывающие машины с улучшенными динамическими характеристиками и обеспечивает энергоэффективность технологии обработки почвы.

Оценка энергетической эффективности машин блочно-модульной структуры для обработки почвы:

1. Оценка энергоэффективности агрегата МТЗ-920+УКПА-2,4 для глубокого рыхления почвы.

При установке рабочих органов в 1 ряд, нормативном значении коэффициента использования времени смены $\tau = 0,80$, среднем значении меры рассеяния нагрузки $\nu_p = 0,167$, глубине рыхления почвы $h_{см} = 41,6$ см, скорости движения $\bar{V}_p = 1,40$ м / с, полностью реализуется потенциальная энергетическая возможность универсального почвообрабатывающего агрегата блочно-модульной структуры УКПА-2,4 с трактором МТЗ-920, то есть значение коэффициента энергетической эффективности $K_{Т.СР}$ агрегата будет равно 1.

Коэффициент энергетической эффективности $K_{Т.СР}$ использования универсального почвообрабатывающего агрегата блочно-модульной структуры УКПА-2,4 с трактором МТЗ-920 при установке рабочих органов в 1 ряд, нормативном значении коэффициента использования времени смены $\tau = 0,80$, среднем значении меры рассеяния нагрузки $\nu_p = 0,167$, глубине рыхления почвы $h_{см} = 32,3$ см и скорости движения $\bar{V}_p = 1,40$ м / с, будет равен:

$$K_{Т.СР} = \frac{E_i^{опт}}{E_i^{ТЕК}} = \frac{982,01}{1003,28} = 0,978.$$

Значение коэффициента энергетической эффективности $K_{Т.СР} = 0,978$ свидетельствует о том, что при установке рабочих органов в 1 ряд, нормативном значении коэффициента использования времени смены $\tau = 0,80$, среднем значении меры рассеяния нагрузки $\nu_p = 0,167$, глубине рыхления почвы $h_{см} = 32,3$ см, скорости движения $\bar{V}_p = 1,40$ м / с эффективная потенциальная энергетическая возможность (ЭПЭВ) универсального почвообрабатывающего агрегата блочно-модульной структуры УКПА-2,4 с трактором МТЗ-920 реализуется на 97,8 %.

2. *Оценка энергоэффективности почвообрабатывающего агрегата МТЗ-82+КБМ-4,2НУ.*

Коэффициент энергетической эффективности почвообрабатывающего агрегата МТЗ-82+КБМ-4,2НУ для предпосевной обработки почвы (при глубине обработки $h_{см} = 7,6$ см, $K_a = 2,5$ кН / м, $\bar{V}_p = 2,31$ м / с) с учетом вышеприведенных расчетов равен:

$$K_{Т.СР} = \frac{E_i^{опт}}{E_i^{ТЕК}} = \frac{200,311}{599,733} = 0,334.$$

Значение коэффициента энергетической эффективности $K_{Т.СР} = 0,334$ свидетельствует о том, что эффективная потенциальная энергетическая возможность комбинированной почвообрабатывающей машины КБМ-4,2НУ в агрегате с трактором МТЗ-82 реализуется всего на 33,4 %.

Заключение. Обоснованные научные принципы и системы повышения энергоэффективности технологических процессов базируются на системном подходе, когда технические средства и технологические процессы рассматриваются как сложная динамическая система, состоящая из энергетического и технологического модулей, отдельных рабочих органов, операций, определенным образом связанных между собой и внешней средой.

Системный и комплексный принципы прогнозирования эксплуатационных параметров позволяют учесть все факторы, влияющие на функционирование МТА, и обеспечить создание технических средств с высокими показателями эффективности и качества работы.

Библиографический список

1. Джабборов, Н.И. Научные основы энерго-технологической оценки и прогнозирования эффективности использования мобильных сельскохозяйственных агрегатов [Текст] / Н.И. Джабборов. – Душанбе: Изд. «Дониш», 1995. – 286 с.
2. Джабборов, Н.И. Эффективность использования техники по топливно-энергетическим затратам [Текст] / Н.И. Джабборов, В.А. Эвиев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – № 4. – С. 26–28.
3. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. – М.: ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ, 1995. – 96 с.
4. Паршин, В.А. Биоэнергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур [Текст] : монография / В.А. Паршин, М.М. Оконов, Т.И. Бакинова. – Элиста: АПП «Джангар», 1997. – 160 с.
5. Панов, И.М. Основные пути снижения энергозатрат при обработке почвы [Текст] / И.М. Панов, Н.М. Орлов // Тракторы и сельхозмашины. – 1987. – № 8. – С. 27-30.
6. Эвиев, В.А. Методология определения оптимальных и допускаемых режимов работы машинно-тракторных агрегатов. [Текст] / В.А. Эвиев. – СПб-Пушкин: тип. СПГАУ, 2004. – 274 с.
7. Юнусов, Г.С. Энергетическая оценка энергонасыщенных тракторов с блочно-модульными агрегатами [Текст] / Г.С. Юнусов // Тракторы и сельхозмашины. – 2005. – № 4. – С. 13–14.
8. Об анализе чувствительности критериев эффективности проектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mfua.msk.su/discipliny/org_fin_inv/files/48.html (NPV, IRR)
9. Estimation of Operation Efficiency of Machine-Tractor Units Equipped with Constant Power Engines / N.I. Jabborov, V.A. Eviev, B.I. Belyaeva, N.G. Ochirov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015. – RJPBCS January-February 6(1). – P. 1793-1802.

Reference

1. Dzhabborov, N. I. Nauchnye osnovy jenergo-tehnologicheskoy ocenki i prognozirovaniya jeffektivnosti ispol'zovaniya mobil'nyh sel'skohozyajstvennyh agregatov [Tekst] / N. I. Dzhabborov. - Dushanbe: Izd. "Donish", 1995. – 286 s.
2. Dzhabborov, N.I. Jeffektivnost' ispol'zovaniya tehniki po toplivno-jenergeticheskim zatra-tam [Tekst] / N. I. Dzhabborov, V. A. Jeviev //Traktory i sel'skohozyaj-stvennye mashiny. - 2005. - № 4. - S. 26-28.
3. Metodika jenergeticheskogo analiza tehnologicheskikh processov v sel'skohozyaj-stvennom proizvodstve. - M.: VIM, CNIIMJESX, VIJESX, 1995. - 96 s.
4. Parshin, V. A. Biojenergeticheskaya ocenka tehnologij vzdelyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst]: monografiya / V. A. Parshin, M. M. Okonov, T. I. Bakinova. – Jelista: APP «Dzhangar», 1997. – 160 s.
5. Panov, I. M. Osnovnye puti snizheniya jenergozatrata pri obrabotke pochvy [Tekst] / I. M. Panov, N. M. Orlov // Traktory i sel'hozmashiny. – 1987. – № 8. – S. 27-30.
6. Jeviev, V. A. Metodologiya opredeleniya optimal'nyh i dopuskaemyh rezhimov raboty mashinno-traktornyh agregatov. [Tekst] / V. A. Jeviev. - SPb-Pushkin: tip. SPGAU, 2004. - 274 s.
7. Yunusov, G. S. Jenergeticheskaya ocenka jenergonasyschennyh traktorov s blochno-modul'nyimi agregatami [Tekst] / G. S. Yunusov // Traktory i sel'hozmashiny. – 2005. – № 4. – S. 13-14.
8. Ob analize chuvstvitel'nosti kriteriev jeffektivnosti proektov [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: http://mfua.msk.su/discipliny/org_fin_inv/files/48.html (NPV, IRR)

***** **ИЗВЕСТИЯ** *****

№ 2 (50), 2018

**НИЖНЕВОЛЖСКОГО АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА:
НАУКА И ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

9. Estimation of Operation Efficiency of Machine-Tractor Units Equipped with Constant Power Engines / N.I. Jabborov, V.A. Eviev, B.I. Belyaeva, N.G. Ochirov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015. – RJPBCS January-February 6(1). – P. 1793-1802.

E-mail: aviev@yandex.ru