

«Agrokompleks-2022» (Ufa, 23-24 marta 2022 g.) Bashkirskii GAU. – Ufa, 2022. – S. 137-141.

7. Bannykh, O.P. Osnovnye konstruksii i teplovoi raschet teploobmennikov: uchebnoe posobie / O.P. Bannykh. – Sankt-Peterburg: NIU ITMO, 2012. – 42 s.

8. Khabirov, F.F. Obosnovanie primeneniia termoelektricheskogo generatora v sisteme dymootvedeniia kotelnoi / F.F. Khabirov, V.S. Vokhmin // Innovatsii v selskom khoziaistve. – 2019. – No. 3 (32). – S. 285–292.

9. Termoelektricheskii generator: pat. 2305347 Rossiiskaia Federatsiia: MPK N01L 35/30 / Evrofeev R.S. [i dr.]; zaiavitel i patentoobladatel Moskva, Federalnoe GUP NPP “Kvant”; zaiavl. 17.04.2006; opubl. 27.08.2007, Biul. No. 24. – 7 s.

10. Valishin, D.E. Primenenie LORAWAN dlia monitoringa i kontroliia potrebleniia energoresursov predpriatiem / D.E. Valishin, I.M. Sitdikov, A.D. Khairullin // Nauka molodykh – innovatsionno-mu razvitiuu APK: materialy XIV Natsionalnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh (Ufa, 17-18 noiabria 2021 g.). Bashkirskii GAU. – Ufa, 2021. – S. 227-231.

11. Khabirov, F.F. Issledovanie i razrabotka termoelektricheskogo generatora dlia slabotochnykh sistem selskokhoziaistvennykh predpriatii / F.F. Khabirov, V.S. Vokhmin // Sovremennoe sostoianie, traditsii i innovatsionnye tekhnologii v razvitiu APK: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Ufa, 22-24 marta 2023 g.) / Bashkirskii GAU. – Ufa, 2023. – S. 111-115.



УДК 631.372

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-232-2-92-98

**Е.С. Поликутина, Е.Е. Кузнецов,
С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, Е.В. Панова
E.S. Polikutina, E.E. Kuznetsov,
S.V. Shchitov, Z.F. Krivutsa, E.V. Panova**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ПОСРЕДСТВОМ СНИЖЕНИЯ
УДЕЛЬНЫХ ЭНЕРГОЗАТРАТ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА**

**INCREASING EFFICIENCY OF AGRICULTURAL PRODUCTION
BY REDUCING THE SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION OF A MACHINE AND TRACTOR UNIT**

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат, энергетические средства, сельскохозяйственные машины, удельная энергоёмкость, сельскохозяйственные культуры, энергозатраты, энергетическая эффективность.

В связи с резким повышением цен на нефтепродукты особенно актуально в настоящее время уменьшение энергетических затрат на производство сельскохозяйственной продукции. Снизить величину удельной энергоёмкости машинно-тракторного агрегата возмож-

но за счёт увеличения годовой загрузки и производительности. Одним из способов решения данной проблемы является повышение сцепного веса, приходящегося на ведущие колёса энергетического средства, за счёт установки предлагаемого прижимно-разгрузочного механизма, дающего возможность регулировать нагрузку между осями энергетического средства. На основании полученных данных установлено, что перераспределение сцепного веса между осями трактора за счёт установки представленного устройства повышает производительность машинно-

тракторного агрегата в 1 ч основного рабочего времени на 5,2%, а расход топлива снижается на 15,5% на единицу выполненной работы. Аналогичные результаты были получены при бороновании, сплошной культивации и транспортных работах. Проведенные хронометражные наблюдения за работой машинно-тракторного агрегата с установленным на них устройством для перераспределения нагрузки между мостами трактора подтвердили уменьшение удельных энергозатрат по сравнению с машинно-тракторным агрегатом без установленного устройства для перераспределения нагрузки между мостами трактора при прикатывании с 153,29 до 140,35 МДж/га, при сплошной культивации – 166,68 до 161,57 МДж/га. Соответствующее снижение удельных энергозатрат произошло при бороновании и транспортных работах. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали, что одним из способов снижения удельных энергозатрат является увеличение производительности машинно-тракторного агрегата, которое достигается путем повышения тягово-сцепных качеств энергетического средства, за счёт перераспределения нагрузки на движители в ходовой системе трактора.

Keywords: *machine-tractor unit, energy means, agricultural machinery, specific energy capacity, crops, energy consumption, energy efficiency.*

Due to sharp rise in prices for petroleum products, reducing the costs of producing agricultural products is espe-

cially relevant at present. It is possible to reduce the average energy intensity of a machine-tractor unit by increasing the annual load and productivity. One of the ways to solve this problem is to increase the hitch weight coming to the drive wheels of the power vehicle by installing the proposed pressing and unloading mechanism which makes it possible to regulate the load between the axles of the power vehicle. Based on the obtained data, it was found that the redistribution of the hitch weight between the axles of the tractor, due to the installation of the presented device, increases the productivity of the machine-tractor unit during the main working time by 5.2%, and consumption costs are reduced by 15.5% in terms of the volume of work performed. Similar results were obtained during harrowing, continuous tillage and transportation. Time-lapse observations of the operation of a machine-tractor unit with a device installed on it for redistributing the load between tractor axles confirmed a decrease in specific energy consumption compared to a machine-tractor unit without an installed device for redistributing the load between tractor axles during rolling from 153.29 MJ ha to 140.35 MJ ha, with continuous tillage - from 166.68 MJ ha to 161.57 MJ ha. Corresponding reduction in specific energy costs occurred in harrowing and transport operations. Conducted theoretical and experimental studies show that one of the ways to reduce specific energy consumption is to increase the productivity of the machine-tractor unit which is carried out by improving the quality of the traction means of the power vehicle, by redistributing the load on the propelling devices in the tractor running system.

Поликутина Елена Сергеевна, к.т.н., ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Российская Федерация, e-mail: e.polikytina@mail.ru.

Кузнецов Евгений Евгеньевич, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Российская Федерация, e-mail: ji.tor@mail.ru.

Щитов Сергей Васильевич, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Российская Федерация, e-mail: shitov.sv1955@mail.ru.

Кривуца Зоя Фёдоровна, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Российская Федерация, e-mail: zfk20091@mail.ru.

Панова Елена Владимировна, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Российская Федерация, e-mail: panova1968@mail.ru.

Polikutina Elena Sergeevna, Cand. Tech. Sci., Far Eastern State Agricultural University, Blagoveshchensk, Russian Federation, e-mail: e.polikytina@mail.ru.

Kuznetsov Evgeniy Evgenevich, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Far Eastern State Agricultural University, Blagoveshchensk, Russian Federation, e-mail: ji.tor@mail.ru.

Shchitov Sergey Vasilevich, Dr. Tech. Sci., Prof., Far Eastern State Agricultural University, Blagoveshchensk, Russian Federation, e-mail: shitov.sv1955@mail.ru.

Krivutsa Zoya Fedorovna, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Far Eastern State Agricultural University, Blagoveshchensk, Russian Federation, e-mail: zfk20091@mail.ru.

Panova Elena Vladimirovna, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Far Eastern State Agricultural University, Blagoveshchensk, Russian Federation, e-mail: panova1968@mail.ru.

Введение

Для качественного выполнения работ, связанных с производством сельскохозяйственной продукции, необходимо соблюдение нескольких основных условий:

- наличие посевных площадей;
- наличие средств механизации;
- наличие квалифицированных кадров;
- наличие финансовых возможностей.

Далее, при наличии всех названных выше условий основным фактором успешного разви-

тия производства, связанного с изготовлением сельскохозяйственной продукции, представляется правильное определение энергоёмкости предстоящих работ. Это особенно важно, так как применяемые в настоящее время методы расчёта необходимых вложений для налаживания производства, такие как приведенные затраты, рентабельность, себестоимость и ряд других экономических показателей, в большинстве случаев не всегда достаточно полно способны оценить предстоящие затраты в связи с колебанием

рыночных цен как на продукцию, так и на оборудование, необходимое для реализации поставленных целей, что во многом зависит от состояния рынка цен. В связи с этим возникает необходимость введения дополнительных показателей, которые в конечном итоге показали бы эффективность достижения поставленной цели и дали бы возможность спрогнозировать пути решения, проведения энергетического анализа, который позволит определить наиболее энергоёмкие затраты. Это возможно провести с помощью топливно-энергетической оценки, дополнить существующие экономические показатели, характеризующие эффективность производства сельскохозяйственной продукции. Данная оценка наиболее важна для открывающихся небольших крестьянско-фермерских и личных подсобных хозяйств, не обладающих большими финансовыми возможностями в период становления и развития.

В связи с чем была сформулирована **цель** исследования – повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции посредством снижения удельных энергозатрат машинно-тракторного агрегата, и обозначены **задачи** исследований:

- проанализировать факторы, влияющие на удельную энергоёмкость МТА;
- провести теоретические и экспериментальные исследования по определению удельной энергоёмкости МТА;
- дать рекомендации производству.

В предлагаемой работе, на основании анализа исследований авторов [1-3], рассматривается вопрос повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции за счёт снижения удельной энергоёмкости МТА.

Материалы и методы

Эффективность производства сельскохозяйственной продукции в итоге определяется объёмом полученной продукции. При этом затраты, связанные с производством, формируются в течение года (закупка семенного материала, ГСМ, средства защиты растений, удобрения и многие другие составляющие), цена на которые не остается постоянной, а зависит от спроса, предложений и рыночных цен. Однако в этих условиях достаточно сложно оценить, какие именно из затрат наиболее существенно влияют на получаемый экономический эффект.

Одним из способов наиболее объективной оценки, использовать в качестве альтернативы такой показатель, который меньше всего зависит от колебания цен на рынке, учитывал бы все затраты, связанные с производством конечного продукта и при этом давал возможность детального анализа. В качестве такого показателя может быть принят энергетический эквивалент, так как он включает в себя уже произведённые затраты и предстоящие все энергозатраты на производство сельскохозяйственной продукции (теплосодержание ГСМ с учётом затрат на их производство, энергоёмкость используемых средств механизации и удобрений) в сравнении с энергосодержанием полученной сельскохозяйственной продукции.

В этом случае энергозатраты можно определить с учётом ранее проведенных исследований, опубликованных в работах [2, 3], по выражению

$$E_{п.п} = \left(E_n + E_0 + \frac{E_{ж} + E_m + E_{т} + E_c}{W_3} \right) S, \quad (1)$$

где E_n – затраты энергии, связанные с расходом топлива при выполнении работ, МДж/га;

E_0 – затраты энергии, заложенные в сопутствующие материалы (удобрения, ядохимикаты, семена, гербициды), МДж/га;

$E_{ж}$ – затраты, связанные с использованием человеческого потенциала, МДж/ч;

E_m, E_c, E_t – энергетический потенциал, заложенный в средства механизации, используемые в процессе возделывания сельскохозяйственных культур МДж/ч;

W_3 – эксплуатационная производительность агрегата, га/ч;

S – площадь возделываемой культуры, га.

Анализируя уравнение (1), можно отметить, что все составляющие влияют на энергозатраты, связанные с производством сельскохозяйственной культуры и в конечном итоге перенесутся на конечный продукт. Таким образом, можно констатировать, что процесс производства сельскохозяйственной культуры будет экономически эффективен, если будет соблюдаться следующее неравенство:

$$E_{п.п} < E_{к.п}, \quad (2)$$

где $E_{п.п}$ – энергозатраты на производство сельскохозяйственной продукции, МДж;

$E_{к.п}$ – энергозатраты, содержащиеся в конечно полученном сельскохозяйственном продукте МДж.

Учитывая выражение (1), неравенство (2) для лучшего анализа можно представить в следующем виде

$$\left(E_n + E_0 + \frac{E_{ж} + E_m + E_M + E_c}{W_3}\right) S < Q S E_{эз}, \quad (3)$$

где Q – урожайность производимой продукции, кг/га;

$E_{эз}$ – энергетический эквивалент, содержащийся в производимой продукции, МДж/кг.

Следовательно, при производстве продукции для получения должного экономического эффекта должно соблюдаться следующее условие, вытекающее из выражения (2):

$$Q S E_{эз} - \left(E_n + E_0 + \frac{E_{ж} + E_m + E_M + E_c}{W_3}\right) S \rightarrow \max. \quad (4)$$

В общем случае эффективность производства сельскохозяйственной полученной продукции можно оценить через коэффициент энергетической эффективности, который должен удовлетворять следующему условию:

$$K_{эз} = \frac{Q S E_{эз}}{\left(E_n + E_0 + \frac{E_{ж} + E_m + E_M + E_c}{W_3}\right) S} > 1; \quad (5)$$

или в расчёте на 1 га

$$K_{эз} = \frac{Q E_{эз}}{\left(E_n + E_0 + \frac{E_{ж} + E_m + E_M + E_c}{W_3}\right)} > 1. \quad (6)$$

Результаты и обсуждение

На основании исследований, представленных в работах [2, 3], установлено, что на энергозатраты, связанные с производством сельскохозяйственной продукции, наиболее существенное влияние оказывают два показателя – прямые энергозатраты и удельная энергоёмкость средств механизации.

Рассмотрим наиболее подробно, от каких параметров зависит удельная энергоёмкость средств механизации, которые используются непосредственно в производстве, связанном с выращиванием сельскохозяйственной культуры. Удельная энергоёмкость средств механизации включает в себя три основных показателя: энергоёмкости трактора, сельскохозяйственной машины и сцепки (при наличии), занятых непосредственно в производстве.

Суммарная энергоёмкость средств механизации, занятых непосредственно в производстве конечного продукта, может быть определена по выражению в перерасчёте на 1 га [1, 2]:

$$E_{эМ} = \frac{E_3 + E_M + E_c}{W_{см}}, \quad (7)$$

где E_3 – энергия (энергоёмкость), заложенная в энергетическое средство (трактор), МДж;

E_M – энергия (энергоёмкость), заложенная в сельскохозяйственные машины, МДж;

E_c – энергия (энергоёмкость), заложенная в сцепку, МДж.

В общем случае удельную энергоёмкость, заложенную в энергетическое средство, на основании работ [1, 2] можно выразить следующим образом:

$$E_{уд} = \frac{M_0}{a_{рз} a_{кз} a_{мз} T_{гз}} \quad (8)$$

где M_0 – общая масса энергетического средства, используемого непосредственно в работе, кг;

$a_{рз}$ – энергетический эквивалент энергетического средства, используемого непосредственно в работе, МДж/кг;

$a_{кз}$, $a_{мз}$ – соответственно, отчисления на восстановление, капитальный и текущий ремонт энергетического средства, используемого непосредственно в работе, %;

$T_{гз}$ – общее количество времени, в течение которого используется энергетическое средство непосредственно в работе, ч.

Удельную энергоёмкость сельскохозяйственной машины и сцепки можно определить по формулам, приведённым в работе [1, 2]. Проанализируем более подробно удельную энергоёмкость энергетического средства, так как она наиболее значимо влияет на удельную энергоёмкость средств механизации, используемых при возделывании сельскохозяйственной культуры.

Снизить величину удельной энергоёмкости энергетического средства возможно за счёт увеличения двух основных составляющих – годовой загрузки энергетического средства и производительности, которые напрямую зависят от времени работы и возможности использования средств механизации на почвах с низкой несущей способностью.

В Амурской области в небольших КФХ и ЛПХ основным энергетическим средством остаются колёсные тракторы в тяговом диапазоне до 3-го класса. Причём необходимо отметить, что для колёсных энергетических средств основным недостатком является недостаточные тягово-сцепные качества, особенно у тракторов с колёсной формулой 4К2.

Увеличение времени использования, особенно колёсного энергетического средства, в вышеприведенных условиях возможно за счёт улучшения реализации тягово-сцепных качеств. Одним из способов решения данной проблемы является повышение сцепного веса, приходящегося на ведущие колёса энергетического средства,

за счёт устройства [5], дающего возможность регулировать нагрузку между осями энергетического средства. При этом автором получена формула, подтверждающая увеличение производительности за счёт использования предлагаемого устройства [4]:

$$E_{\text{э}} = \frac{M_{\text{э}} a_{\text{мп}} (a_{\text{рз}} + a_{\text{кз}} + a_{\text{тз}})}{100 T_{\text{ГЭ}}} \cdot 0,36 V_{\text{р}} \cdot \tau \cdot \frac{\beta \cdot K_{\text{кр}} \cdot P_{\text{кр}} \cdot \left[\varphi \left(G_{\text{э.в}} + \frac{P(a \cos \alpha + m \sin \alpha)}{b' \sin \beta' - (m-h') \cos \beta'} \right) - P_{\text{ф}} \right]}{K} \quad (9)$$

где $V_{\text{р}}$ – скорость движения энергетического средства при выполнении работы, м/с;

τ – коэффициент, учитывающий использование времени смены;

$P_{\text{кр}}$ – реализуемое тяговое усилие энергетического средства, Н;

$P_{\text{ф}}$ – сила сопротивления движению энергетического средства при выполнении работы, Н;

α – угол наклона исполнительного органа (гидроцилиндра) к месту присоединения;

m – расстояние перемещения точки крепления исполнительного органа (гидроцилиндра), м;

b – расстояние от точки крепления исполнительного органа (гидроцилиндра) до реакции поверхности N , м;

a – расстояние от шарнирно-неподвижной опоры (А) к точке крепления исполнительного органа (гидроцилиндра), м;

h – расстояние от точки С до точки приложения реакции поверхности, м;

$K_{\text{кр}}$ – коэффициент использования заложенного в энергетические средства тягового усилия.

Трактор с предлагаемым прижимно-разгрузочным механизмом [5] на полевых работах представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Трактор с прижимно-разгрузочным механизмом

Тогда с учётом выражения (9) уравнение (8) примет следующий вид:

$$E_{\text{э}} = \frac{M_{\text{э}} a_{\text{мп}} (a_{\text{рз}} + a_{\text{кз}} + a_{\text{тз}})}{100 T_{\text{ГЭ}}} / 0,36 V_{\text{р}} \cdot \tau \cdot \frac{\beta \cdot K_{\text{кр}} \cdot P_{\text{кр}} \cdot \left[\varphi \left(G_{\text{э.в}} + \frac{P(a \cos \alpha + m \sin \alpha)}{b' \sin \beta' - (m-h') \cos \beta'} \right) - P_{\text{ф}} \right]}{K} \quad (10)$$

Подтвердить полученные теоретические разработки, доказывающие эффективность работы модернизированного энергетического средства, можно только непосредственно в реальных условиях эксплуатации. Работы проведены на таких операциях, как прикатывание, боронование, сплошная культивация и транспортные работы. В качестве альтернативы было взято энергетическое средство без установленного устройства.

Результаты проведенных исследований, полученные в ходе хронометражных наблюдений за работой серийного и экспериментального МТА на полевой операции – прикатывание, приведены в таблице.

Таблица

Результаты исследований за работой МТА на прикатывании

Показатели		Состав МТА (МТЗ-80+3ККШ-6 (2 шт.))	
		МТА без устройства	МТА с устройством
Протяжённость поля, м		845	845
Скорость на участке, м/с		2,38	3,11
Производительность МТА, га/ч	В час времени движения	4,26	4,74
	В час основного рабочего времени	4,66	4,95
Коэффициент задействования времени движения		0,86	0,83
Коэффициент задействования времени смены		0,84	0,81
Погектарный расход топлива, кг/га		1,79	1,52

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований доказана эффективность использования машинно-тракторных

агрегатов при выполнении сельскохозяйственных операций с установленным на энергетическое средство предлагаемым устройством.

Анализ полученных данных показал, что перераспределение сцепного веса между осями трактора за счёт установки представленного устройства повышает производительность машинно-тракторного агрегата в час основного рабочего времени на 5,2%, а расход топлива снижается на 15,5% на единицу выполненной работы (табл.). Аналогичные результаты были получены при бороновании, сплошной культивации и транспортных работах. Так, при использовании экспериментального машинно-тракторного агрегата производительность в час основного рабочего времени увеличилась, соответственно, на 7,6; 12,5; 13,1%, а расход топлива на единицу выполненной работы, соответственно, снизился, на 12,0; 5,6; 9,9% по сравнению МТА без установленного устройства. Фрагмент проведения экспериментальных исследований МТА с установленным устройством в процессе хронометражных наблюдений (транспортные работы) представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Машинно-тракторный агрегат с установленным устройством (транспортные работы)

Проведенные хронометражные наблюдения за работой МТА с установленным на них устройством для перераспределения нагрузки между мостами трактора подтвердили уменьшение удельных энергозатрат по сравнению с МТА без установленного устройства для перераспределения нагрузки между мостами трактора при:

- прикатывании МТЗ-80+ЗККШ-6 (2 шт.) с 153,29 до 140,35 МДж/га;
- сплошной культивации (МТЗ-80+КПС-4) с 166,68 до 161,57 МДж/га.

Соответствующее снижение удельных энергозатрат произошло при бороновании и транспортных работах.

Выводы

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали, что для повышения эффективности производства сельскохо-

зяйственной продукции необходимым является снижение удельных энергозатрат средств механизации (МТА). Также отмечено, что одним из способов снижения удельных энергозатрат является увеличение производительности МТА, которое достигается путем повышения тягово-сцепных качеств энергетического средства за счёт перераспределения нагрузки на движители в ходовой системе трактора. Предложенная методика, в соотношении результатов, полученных авторами в работах [6-10], отличается простотой и эффективностью, что, несомненно, будет востребовано как в экономических расчётах, так и инженерными коллективами при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Библиографический список

1. Никифоров, А. Н. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / В. А. Токарев, В. А. Борзенков; под общей редакцией А. Н. Никифоров. – Москва: ВИМ, 1995. – 96 с. – Текст: непосредственный.
2. Практическое применение методов оптимизации энергетических затрат при использовании средств механизации в АПК: учебное пособие / С. В. Щитов, З. Ф. Кривуца, Е. Е. Кузнецов, Е. С. Поликутина; Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2022. – 79 с. – Текст: непосредственный.
3. Щитов, С. В. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: монография / С. В. Щитов, Е. Е. Кузнецов. – Благовещенск: ДальГАУ, 2017. – 272 с. – Текст: непосредственный.
4. Поликутина, Е. С. Повышение эффективности использования и снижение техногенного воздействия на почву средств механизации на полевых и транспортных работах: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.20.01: защищена 28.03.18 / Поликутина Елена Сергеевна. Благовещенск, 2018. – 133 с. – Текст: непосредственный.
5. Патент 2613390 Российская Федерация, МПК В62D 53/04, А01В 59/04. Пружинно-рычажный корректор сцепного веса колесного трактора / Щитов С. В., Кузнецов Е. Е., Поликутина Е. С.; Дальневосточ. гос. аграр. ун-т. – № 2015140368; заявл. 22.09.2015; опубл.

16.03.2017, Бюл. № 8. – Текст: непосредственный.

6. Щитов, С. В. Повышение производительности экспериментального колесного агрегата на полевых работах / С. В. Щитов, Е. Е. Кузнецов, Е. В. Маршанин. – DOI 10.22450/19996837-2023-2-112. – Текст: непосредственный // Дальневосточный аграрный вестник. – 2023. – Т. 17, № 2. – С. 112-120.

7. Кривуца, З. Ф. Оптимизация энергетических затрат транспортно-производственного процесса / З. Ф. Кривуца. – Текст: непосредственный // Дальневосточный аграрный вестник. – 2020. – № 4 (56). – С. 151-155.

8. Шишлов, С. А. Теоретические предпосылки повышения эффективности предпосевной подготовки почвы и посева сои на основании оценки совокупных энергозатрат / С. А. Шишлов, А. Н. Шишлов. – Текст: непосредственный // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего Востока: сборник материалов: в 3 частях / III национальная (всероссийская) научно-практическая конференция. Ч. II. Технические и биологические науки. – Уссурийск, 2019. – С. 153-160.

9. Беляев, В. И. Перспективные агротехнологии производства зерна в Алтайском крае / В. И. Беляев, Л. В. Соколова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (162). – С. 5-12.

10. Раднаев, Д. Н. Методологические основы разработки технологий и технических средств посева при возделывании зерновых культур в условиях Забайкалья. автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Раднаев Даба Нимаевич; Вост.-Сиб. гос. ун-т технологий и упр. – Улан-Удэ, 2013. – 40 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Nikiforov, A.N., Metodika energeticheskogo analiza tekhnologicheskikh protsessov v selskokhoziaistvennom proizvodstve / V.A. Tokarev, V.A. Borzenkov; pod obshch. red. A.N. Nikiforov. – Moskva: VIM, 1995. – 96 s.

2. Prakticheskoe primenenie metodov optimizatsii energeticheskikh zatrat pri ispolzovanii sredstv mekhanizatsii v APK: uchebnoe posobie / S.V. Shchitov, Z.F. Krivutsa, E.E. Kuznetsov, E.S. Polikutina; Dalnevost. gos. agrar. un-t. – Bla-

goveshchensk: Dalnevostochnyi GAU, 2022. – 79 s.

3. Shchitov S.V., Kuznetsov E.E. Povyshenie effektivnosti ispolzovaniia mobilnykh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vozdelvaniia selskokhoziaistvennykh kultur: monografiia. – Blagoveshchensk: DalGAU, 2017. – 272 s.

4. Polikutina, E.S. Povyshenie effektivnosti ispolzovaniia i snizhenie tekhnogennogo vozdeistviia na pochvu sredstv mekhanizatsii na polevykh i transportnykh rabotakh: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.01: zashchishchena 28.03.18 / Polikutina Elena Sergeevna. – Blagoveshchensk, 2018. – 133 s.

5. Pat. 2613390 Rossiiskaia Federatsiia, MPK V62D 53/04, A01V 59/04. Pruzhinno-rychazhnyi korrektor stepnogo vesa kolosnogo traktora / S.V. Shchitov, E.E. Kuznetsov, E.S. Polikutina; Dalnevostoch. gos. agrar. un-t. – No. 2015140368; Zaiavl. 22.09.2015; Opubl. 16.03.2017, Biul. No. 8.

6. Shchitov, S.V. Povyshenie proizvoditelnosti eksperimentalnogo kolosnogo agregata na polevykh rabotakh / S.V. Shchitov, E.E. Kuznetsov, E.V. Marshaniin // Dalnevostochnyi agrarnyi vestnik. – 2023. Tom 17. No. 2. – С. 112–120. DOI: 10.22450/19996837-2023-2-112.

7. Krivutsa, Z.F. Optimizatsiia energeticheskikh zatrat transportno-proizvodstvennogo protsessa / Z.F. Krivutsa // Dalnevostochnyi agrarnyi vestnik. – 2020. – No. 4 (56). – С.151-155.

8. Shishlov, S.A. Teoreticheskie predposylki povysheniia effektivnosti predposevnoi podgotovki pochvy i poseva soi na osnovanii otsenki sovokupnykh energozatrat / S.A. Shishlov, A.N. Shishlov // Rol agrarnoi nauki v razvitii lesnogo i selskogo khoziaistva Dalnego Vostoka: materialy III Natsionalnoi (Vserossiiskoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii v 3-kh ch.: Ch. II. Tekhnicheskie i biologicheskie nauki. – Ussuriisk, 2019. – С. 153-160.

9. Beliaev, V.I. Perspektivnye agrotekhnologii proizvodstva zerna v Altaiskom krae / V.I. Beliaev, L.V. Sokolova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 4 (162). – С. 5-12.

10. Radnaev, D.N. Metodologicheskie osnovy razrabotki tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv poseva pri vozdelyvani zernovykh kultur v usloviakh Zabaikalia: avtoreferat dis. ... doktora tekhnicheskikh nauk / Vost.-Sib. gos. un-t tekhnologii i upr. – Ulan-Ude, 2013.

