

УДК 633.2.0.31

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ УКОСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ С ДОЛГОЛЕТНИМИ РАЗНОПОСПЕВАЮЩИМИ ЗЛАКОВЫМИ ТРАВСТОЯМИ

Н.В. Жезмер, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
vik_lugovod@bk.ru

ENERGY-SAVING MOWING TECHNOLOGY OF LONG-TERM CEREAL GRASS STANDS WITH DIFFERENT RIPENING TIMES

N.V. Zhezmer, Candidate of Agricultural Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1
vik_lugovod@bk.ru

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2021-4-16-25>

На основе комплексной оценки (включающей агроэнергетическую) данных полевого опыта разработана энергосберегающая технология создания разнопоспевающих злаковых агроценозов и их длительного (до 38-го года жизни трав) трехукосного использования. Целенаправленно подобранные травосмеси с доминированием корневищных видов районированных сортов злаков обеспечивали производство энергонасыщенного сырья для заготовки сенажа. В травяном сырье содержалось 9,6–10,1 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества. Совокупные антропогенные затраты энергии на этих травостоях в среднем за 12–37-й годы пользования составили 24,4–24,8 ГДж/га. Они окупались сбором обменной энергии 57,7 ГДж/га на раннем (с лисохвостом луговым) и 66,9–70,0 ГДж/га на среднеспелых агроценозах (с кострцом безостым или двукисточником тростниковым), т. е. в 2,4–2,8 раза. В продукционном процессе рекомендуемых травостоев ведущая роль принадлежит природным факторам. В структуре производства обменной энергии на их долю приходится 58–65%. Мобилизация природных факторов на укосных агроценозах происходит за счет продуктивного долголетия самовозобновляющихся травостоев при ежегодном внесении $N_{180}P_{40}K_{155}$. Длительное использование перспективных высокопродуктивных агроценозов для раннего и среднего звена укосного конвейера позволяет исключить 4–6 повторных залужений. Это экономит капитальные энергетические вложения на создание луговых угодий и улучшает организацию заготовки объемистых кормов.

Ключевые слова: злаковые разнопоспевающие травостои, энергосберегающая технология, три укоса, долголетие, качество объемистых кормов, сбор обменной энергии, агроэнергетическая эффективность, природные факторы.

On the basis of a comprehensive assessment (including agro-energy) of field experience data, an energy-saving technology has been developed for creating different-ripening cereal agrocenoses and their long-term (up to the 38th year of herb life) three-mowing use. Purposefully selected grass mixtures with the domination of rhizome species of zoned varieties of cereals ensured the production of energy-rich raw materials for harvesting haylage. The herbal raw materials contained 9.6–10.1 MJ of metabolic energy in

1 kg of dry matter. The total anthropogenic energy consumption on these stands on average for 12–37 years of use amounted to 24.4–24.8 GJ/ha. They paid off by collecting metabolic energy of 57.7 GJ/ha in the early (with meadow foxtail) and 66.9–70.0 GJ/ha in mid-ripening agrocenoses (with awnless brome and reed canary grass), that is, 2.4–2.8 times. In the production process of the recommended herbage, the leading role belongs to natural factors. In the structure of metabolic energy production, they account for 58–65%. The mobilization of natural factors on agrocenoses occurs due to the productive longevity of self-renewing herbage with the annual application of $N_{180}P_{40}K_{155}$. Long-term use of promising highly productive agrocenoses for the early and middle link of the mowing conveyor system makes it possible to exclude 4–6 renewal of meadow. This saves energy capital investments for the creation of meadowlands and improves the organization of the procurement of bulky forage.

Keywords: grass stands with different ripening times, energy-saving technology, three cuttings, longevity, quality of bulky forage, collection of metabolic energy, agro-energy efficiency, natural factors.

Введение. В создании устойчивой кормовой базы для животноводства значительная роль принадлежит луговому кормопроизводству. В современных условиях при постоянном росте цен на материально-технические и трудовые ресурсы актуальным направлением в исследованиях по луговодству является разработка энерго- и ресурсосберегающих агротехнических приемов и технологий [1; 2]. Долголетние многоукосные разнопоспевающие агроценозы, созданные на основе корневищных видов злаков, обеспечивают продуктивное долголетие лугов и получение качественного травяного сырья для заготовки энергонасыщенных и питательных объемистых кормов — сенажа и силоса [3; 4]. При длительном интенсивном использовании травостоев без перезалужения в несколько раз снижаются капитальные затраты на создание агроценозов, уменьшается себестоимость кормов и повышается энергетическая эффективность укосной технологии [5–7].

В настоящее время в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» научные разработки завершаются их энергетическим и экономическим анализом для обоснования путей сокращения расхода ресурсов и энергии при производстве кормов на се-

нокосах и пастбищах [6; 8]. Агроэнергетическая оценка приемов и технологий позволяет определить затраты антропогенной энергии (живого и овеществленного труда) в единых показателях (джоулях) в соответствии с международной системой СИ [9; 10]. При этом выявляется эффективность затрат антропогенной энергии и роль природных факторов в продукционном процессе [11].

Природные факторы, участвующие в формировании урожайности травостоев и производстве энергии агроэкосистемами, очень разнообразны — это видовой и возрастной состав популяции луговых трав, энергия солнца, потенциальное и активное плодородие почвы, запас влаги в почве, погодные условия и др. [12]. В исследованиях ВНИИ кормов установлено, что в разрабатываемых энерго- и ресурсосберегающих технологиях на лугах снижение антропогенных затрат энергии в значительной мере происходит за счет мобилизации природных факторов [13–15].

Цель исследований — выявить энергетическую эффективность создания и долголетнего интенсивного использования укосной технологии, а также роль антропогенных затрат и природных фак-

торов в продукционном процессе разно-
поспевающих злаковых травостоев.

Условия, материалы и методы. Экспериментальные данные получены на основе полевого опыта, проведенного в 1994–2019 гг. во ВНИИ кормов. В опыте изучались ранние и среднеспелые одновидовые посевы наиболее долгодетных злаковых трав и травосмеси с их доминированием 12–37-го годов пользования (г.п.) при трехукосном режиме скашивания. Площадь делянки — 40 м², размещение вариантов систематическое со смещением по повторностям. Опытный участок относится к суходольному типу луга с временно избыточным увлажнением, почва дерново-подзолистая среднесуглинистая. При подготовке почвы к посеву в 1982 г. внесли 3 т/га известковой муки. На 12 г.п. в слое почвы 0–20 см содержалось 1,8% гумуса, 109 мг/кг подвижного фосфора, 44 мг/кг обменного калия, рН_{сол} — 5,7.

Травы районированных сортов высеяли весной 1982 г. под покров горохо-

овсяной смеси. Для залужения использовали корневищные злаки — лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.) сорт Серебристый, кострец безостый (*Bromopsis inermis* Leyss.) Моршанский 760, двукисточник тростниковый (*Phalaroides arundinacea* L.) Первенец и рыхлокустовую ежу сборную (*Dactylis glomerata* L.) ВИК 61. В качестве видовуплотнителей в травосмеси включали короткокорневищный мятлик луговой (*Poa pratensis* L.) Ёыгева 1 и рыхлокустовые злаки — тимофеевку луговую (*Phleum pratense* L.) ВИК 9 и овсяницу тростниковую (*Festuca arundinacea* Schreb.) Балтика. Тип скороспелости агроценозов, виды трав, состав травосмесей и нормы высева семян (кг/га) при 100%-ной посевной годности даны в таблице 1. В 1983–1993 гг. опыт проводили при орошении. В 1994–2019 гг. по организационно-экономическим причинам исследования продолжили при естественном увлажнении.

1. Продуктивность разнопоспевающих агроценозов и качество травяного сырья в среднем за 1994–2019 гг.

| Тип и состав агрофитоценоза, норма высева семян (кг/га) | Урожайность СВ, ц/га | Содержание сеяных видов, % | Произведено на 1 га | | Содержание | |
|---|----------------------|----------------------------|---------------------|--------|------------------|-----------------|
| | | | ОЭ, ГДж | СП, кг | МДж ОЭ в 1 кг СВ | ПП, г/корм. ед. |
| <i>Раннеспелый</i> | | | | | | |
| Лисохвост луговой (16) | 68,6 | 65 | 69 | 1129 | 10,1 | 142 |
| Ежа сборная (18) | 69,0 | 51 | 70 | 1089 | 10,1 | 133 |
| Лисохвост (11) + ежа (6) | 71,4 | 74 | 72 | 1148 | 10,1 | 138 |
| Ежа (12) + тимофеевка луговая (4) + мятлик луговой (4) | 70,9 | 74 | 71 | 1108 | 10,1 | 133 |
| <i>Среднеспелый</i> | | | | | | |
| Кострец безостый (20) | 83,7 | 70 | 82 | 1115 | 9,7 | 116 |
| Кострец (14) + тимофеевка (4) | 85,6 | 72 | 84 | 1149 | 9,8 | 116 |
| Двукисточник тростниковый (10) | 87,5 | 65 | 84 | 1188 | 9,6 | 122 |
| Двукисточник (7) + овсяница тростниковая (6) | 91,2 | 68 | 88 | 1260 | 9,6 | 125 |
| НСР ₀₅ | 6,1 | | | | | |

Для получения травяной массы, обеспечивающей заготовку качественного сенажа, агроценозы со второго года жизни (1983 г.) косили в системе сырьевого конвейера три раза за сезон. Первый укос убирали в начале фазы колошения доминирующего в травостое вида. Второй и третий укосы скашивали при высоте трав более 50 см. В среднем за 1994–2019 гг. доза удобрений за сезон составила $N_{180}P_{40}K_{155}$. Аммиачную селитру и хлористый калий вносили дробно — равными частями под каждый укос. Подкормку травостоев суперфосфатом проводили весной. Дозы фосфора и калия периодически изменяли в зависимости от содержания в почве P_2O_5 и K_2O .

Учеты, наблюдения, анализы и расчеты проводили в соответствии с методиками исследований, принятыми в луговодстве. Агроэнергетическая оценка укосной технологии проведена по разработанной во ВНИИ кормов методике, утвержденной РАСХН [9–11]. Расчеты капитальных (единовременных) вложений на создание агроценозов и текущих (ежегодных) производственных затрат на уход и использование травостоев сделаны на основе типовых технологических карт с учетом энергетических эквивалентов на материально-технические и трудовые ресурсы.

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные данные показали, что при долголетнем трехукосном использовании выявлено преимущество целенаправленно сформированных смешанных агроценозов по сравнению с одновидовыми посевами трав. У травосмесей установлены более высокие и вы-

ровненные по годам урожайность и содержание сеяных видов (табл. 1). Смешанные травостои за счет компенсационного эффекта меньше реагируют на ухудшение погодных условий и более устойчивы к внедрению в агроценоз дикорастущих видов. На основе комплексной оценки экспериментальных данных для создания раннего травостоя укосного конвейера перспективной оказалась двухкомпонентная травосмесь из лисохвоста лугового (11 кг/га семян) и ежи сборной (6 кг/га). В среднем за 12–37 г.п. с 1 га получено 71 ц/га сухого вещества (СВ), 72 ГДж обменной энергии (ОЭ) и 1148 кг сырого протеина (СП) при содержании 10,1 МДж ОЭ в 1 кг СВ и 138 г/корм. ед. переваримого протеина (ПП). Для организации среднего звена сырьевого конвейера высокую продуктивность долголетних агроценозов обеспечило залужение травосмесями из костреца безостого (14 кг/га) с тимофеевкой луговой (4) и из двукисточника тростникового (7) с овсяницей тростниковой (6 кг/га). В среднем за 26 лет продуктивность 1 га соответственно составила 86 и 91 ц СВ, 84 и 88 ГДж обменной энергии, 1149 и 1260 кг сырого протеина при содержании 9,8 и 9,6 МДж ОЭ в 1 кг СВ, 116 и 125 г/корм. ед. переваримого протеина (табл. 2).

Агроэнергетическая оценка технологии создания и длительного трехукосного использования разнопоспевающих злаковых травостоев сделана с учетом 20% неизбежных технологических потерь (при заготовке сенажа) произведенных на 1 га урожайности СВ, обменной энергии и сырого протеина (табл. 2 и 3).

2. Антропогенные затраты энергии на создание и использование на сенаж злаковых травостоев 13–38-го года жизни

| Тип скороспелости и состав травостоя | Капитальные вложения в среднем за 38 лет, ГДж/га | Текущие производственные затраты | | | Совокупные затраты энергии, ГДж/га |
|---|--|----------------------------------|----------------|---------------|------------------------------------|
| | | всего, ГДж/га | в том числе, % | | |
| | | | удобрение | использование | |
| <i>Раннеспелый</i> | | | | | |
| Лисохвост луговой | 0,79 | 23,55 | 81 | 19 | 24,34 |
| Ежа сборная | 0,79 | 23,56 | 80 | 20 | 24,35 |
| Лисохвост + ежа | 0,79 | 23,61 | 80 | 20 | 24,40 |
| Ежа + тимофеевка луговая + мятлик луговой | 0,80 | 23,60 | 80 | 20 | 24,40 |
| <i>Среднеспелый</i> | | | | | |
| Кострец безостый | 0,81 | 23,88 | 79 | 21 | 24,69 |
| Кострец + тимофеевка | 0,80 | 23,93 | 79 | 21 | 24,73 |
| Двукосточник тростниковый | 0,77 | 23,97 | 79 | 21 | 24,74 |
| Двукосточник + овсяница тростниковая | 0,77 | 24,05 | 79 | 21 | 24,82 |

3. Энергетическая эффективность антропогенных затрат и роль природных факторов при долголетнем использовании на сенаж разноспелевающих травостоев в среднем за 26 лет

| Тип и состав травостоя | Сбор ОЭ с учетом потерь, ГДж/га | Антропогенные энергозатраты, ГДж/га | Природные факторы в структуре производства ОЭ | | АК, % | Удельные затраты на производство, МДж | |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|---|----|-------|---------------------------------------|---------|
| | | | ГДж/га* | % | | 1 ГДж ОЭ | 1 кг СП |
| <i>Раннеспелый</i> | | | | | | | |
| Лисохвост луговой | 55,4 | 24,3 | 31,1 | 56 | 228 | 439 | 26,9 |
| Ежа сборная | 56,0 | 24,4 | 31,6 | 56 | 230 | 436 | 28,0 |
| Лисохвост + ежа | 57,7 | 24,4 | 33,3 | 58 | 236 | 423 | 26,6 |
| Ежа + тимофеевка луговая + мятлик луговой | 57,0 | 24,4 | 32,6 | 57 | 234 | 428 | 27,5 |
| <i>Среднеспелый</i> | | | | | | | |
| Кострец безостый | 65,2 | 24,7 | 40,5 | 62 | 264 | 379 | 27,7 |
| Кострец + тимофеевка | 66,9 | 24,7 | 42,2 | 63 | 271 | 369 | 26,9 |
| Двукосточник тростниковый | 67,1 | 24,7 | 42,4 | 63 | 272 | 368 | 26,0 |
| Двукосточник + овсяница тростниковая | 70,0 | 24,8 | 45,2 | 65 | 282 | 354 | 24,6 |

*Природные факторы определяли по разнице сбора ОЭ и совокупных затрат антропогенной энергии.

В текущих производственных затратах (23,6–24,0 ГДж/га в среднем за 1994–2019 гг.) основная доля, 79–81%, приходилась на трехкратное применение удобрений ($N_{180}P_{40}K_{155}$ за сезон). Ежегодные затраты на использование травостоев (кошение, ворошение, подбор подвяленной массы кормоуборочным комбайном ДОН-680М, ее транспортировка и закладка сенажа) составили 19–21%. Это в 3,7–4,2 раза меньше затрат на подкормку удобрениями. Однако высокое продуктивное долголетие интенсивных злаковых агроценозов и получение энергонасыщенного, полностью обеспеченного переваримым протеином травяного сырья для заготовки объемистых кормов, возможно только при внесении оптимальных доз минеральных удобрений [16].

Среднегодовые совокупные затраты антропогенной энергии на создание, уход и использование раннеспелых травостоев составили 24,3–24,4 ГДж/га (табл. 2). На среднеспелых агроценозах этот показатель был несколько выше — 24,7–24,8 ГДж/га, что обусловлено более высокой урожайностью агроценозов с кострцом безостым и двукисточником тростниковым (табл. 1). В результате долголетнего (38 лет жизни) использования травостоев доля капитальных энергетических вложений в структуре среднегодовых совокупных затрат составила 3%.

Агроэнергетическая оценка долголетнего трехукосного использования рекомендуемых производству разнопоспевающих злаковых травостоев показала достаточно высокую энергетическую эффективность интенсивной технологии (табл. 3). Установлено, что агроэнерге-

тический коэффициент — АК (окупаемость антропогенных затрат сбором обменной энергии) был на раннеспелом двухвидовом агроценозе с доминированием лисохвоста лугового 236% при сборе обменной энергии 58 ГДж/га. На среднеспелых смешанных травостоях (с кострцом безостым и двукисточником тростниковым) в результате большого сбора обменной энергии с 1 га (67–70 ГДж) агроэнергетический коэффициент повысился до 271–282%. При этом удельные затраты антропогенной энергии на производство 1 ГДж обменной энергии соответственно составили 423 и 354–369 МДж, а на 1 кг сырого протеина — 26,6 и 24,6–26,9 МДж.

Единовременные капитальные затраты энергии на создание 1 га разнопоспевающих агроценозов составили 29,4–30,7 ГДж. Среднегодовые затраты в расчете на 38 лет жизни (л.ж.) трав были 0,77–0,81 ГДж (табл. 2). Это значительно ниже, чем при обычном краткосрочном использовании лугов — 4,90–5,12 ГДж/га в среднем за 6 лет. Большая часть энергетических затрат (49–51%) в структуре капитальных вложений приходилась на проведение известкования. Антропогенные затраты энергии на обработку почвы были 22–23%, а на семена трав и покровной культуры составили 26–29%.

Методика оценки агроэнергетической эффективности приемов и технологий в луговом кормопроизводстве позволяет выявить значение природных факторов в структуре производства обменной энергии травостоями [11; 14]. Так, при соблюдении рекомендуемой агротехники на перспективных многоукосных агроценозах 12–37-го г.п. за счет природных факторов с 1 га получе-

но 33 ГДж обменной энергии на ранне-спелом и 42–45 ГДж на среднеспелых смешанных травостоях (табл. 3). Это соответственно составило 58 и 63–65% в структуре производства обменной энергии и в 1,4–1,8 раза превышало антропогенные затраты энергии на создание агроценозов, уход и использование. Следовательно, в продукционном процессе долголетних трехукосных луговых агроэкосистем ведущая роль принадлежит возобновляемым природным факторам.

В исследованиях, проведенных во ВНИИ кормов, установлено, что при разработке энергосберегающих сенокосных и пастбищных технологий необходимо увеличивать использование природных факторов. Выявлено, что за счет обработки почвы, подбора трав для залужения и интенсификации других приемов происходит мобилизация природных факторов [13–15]. Это способствует повышению продуктивности травостоев и позволяет снизить затраты антропогенной энергии на лугах. В наших исследованиях высокая доля природных факторов в структуре производства обменной энергии объясняется продуктивным долголетием самовозобновляющихся корневищных видов (до 38 г.ж.) при внесении за сезон $N_{180}P_{40}K_{155}$ и скашиванием злаковых травостоев в оптимальные сроки.

Заключение. На основе комплексной оценки (включающей агроэнергетическую) данных долголетних исследований разработана энергосберегающая технология создания разнопоспевающих злаковых травостоев и их длительного (до 38-го года жизни трав) трехукосного использования для заготовки объеми-

стых кормов. Рекомендуемые травосмеси: ранняя из лисохвоста лугового с ежой сборной и среднеспелые с доминированием костреца безостого или двукосточника тростникового обеспечивают получение энергонасыщенного и питательного травяного сырья (для сенажа) с содержанием 9,6–10,1 МДж ОЭ в 1 кг СВ и 116–138 г переваримого протеина в расчете на 1 корм. ед. При сборе с 1 га в среднем за 12–37-й годы пользования на раннем травостое 58 ГДж обменной энергии, а на среднеспелых агроценозах 67–70 ГДж среднегодовые совокупные антропогенные энергозатраты на создание и использование окупаются соответственно в 2,4 и 2,7–2,8 раза. Установлено, что в продукционном процессе разнопоспевающих травостоев ведущая роль принадлежит возобновляемым природным факторам. При соблюдении рекомендуемой агротехники (в том числе внесение $N_{180}PK$) в структуре производства обменной энергии 58–65% приходится на природные факторы.

Продуктивное долголетие целенаправленно сформированных злаковых самовозобновляющихся травостоев для раннего и среднего звеньев укосного конвейера позволяет исключить 4–6 повторных залужений. В результате экономится 117–182 ГДж/га капитальных энергетических затрат и 52–108 кг/га семян многолетних трав на коренное улучшение. При этом появляется возможность увеличения площадей сеяных луговых угодий и улучшения организации заготовки кормов с повышением их качества благодаря скашиванию травостоев в более ранние и оптимальные сроки в системе укосного конвейера.

Литература

1. Основные направления развития лугового кормопроизводства в России / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, К.Н. Привалова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 17–20. (DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10204).
2. Кутузова А.А. Актуальные направления развития научных исследований по луговодству // Адаптивное кормопроизводство. – 2010. – № 1. – С. 20–25. (URL: <http://www.adaptagro.ru>).
3. Инновационный ресурс производства высококачественных объемистых кормов на природных сенокосах / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, А.В. Родионова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 40–43. (DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10210).
4. Жезмер Н.В. Продуктивность и качество травяного сырья долголетних раннеспелых злаковых укосных агроценозов // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы : материалы III науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Вологда : ФГБУН ВолНЦ РАН, 2020. – С. 282–287.
5. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий создания и использования сеяных сенокосов / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, А.В. Родионова [и др.] // Кормопроизводство. – 2020. – № 3. – С. 3–8.
6. Жезмер Н.В. Экономическая эффективность долголетнего многоукосного использования разнопоспевающих злаковых травостоев для заготовки сенажа // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. Вып. 25 (73) / ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». – М., 2021. – С. 87–93. (DOI: 10.33814/МАК-2021-25-73-87-93).
7. Жезмер Н.В. Агроэнергетическая эффективность технологий создания и долголетнего укосного использования разнопоспевающих агроценозов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. Вып. 14 (62) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2017. – С. 68–73.
8. Агроэнергетическая эффективность технологий создания и использования долголетнего сенокоса / Д.М. Тебердиев, А.В. Родионова, М.А. Щанникова, С.А. Запивалов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. Вып. 25 (73) / ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». – М., 2021. – С. 94–100. (DOI: 10.33814/МАК-2021-25-73-94-100).
9. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства / Б.П. Михайличенко, А.А. Кутузова, Ю.К. Новоселов [и др.]. – М. : Типография Россельхозакадемии, 1995. – 174 с.
10. Методическое пособие по агроэнергетической оценке технологий и систем ведения кормопроизводства / Б.П. Михайличенко, А.С. Шпаков, А.А. Кутузова. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2000. – 52 с.
11. Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Проворная Е.Е. Новый метод энергетической оценки луговых агроэкосистем // Программа и методика проведения научных исследований по луговодству (по Межведомственной координационной программе НИР Россельхозакадемии на 2011–2015 гг.). – М., 2011. – С. 128–163.
12. Кутузова А.А. Методология и практическое значение производства валовой энергии луговыми агробиогенозами // Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса на службе Российской науке и практике. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. – С. 272–286.
13. Кулаков В.А., Седова Е.Г., Алтунин Д.А. Роль антропогенных и природных факторов в производстве валовой энергии агробиогенозами разного флористического состава // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. Вып. 6 (54) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2015. – С. 56–60.
14. Кутузова А.А., Алтунин Д.А., Степанищев И.В. Агроэнергетическая и экономическая оценки эффективности технологических систем освоения выбывшей из оборота пашни под пастбища

- // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. Вып. 7 (55) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.П. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2015. – С. 47–53.
15. Кутузова А.А., Тебердиев Д.М., Родионова А.В. Эффективность антропогенных затрат и природных факторов на долголетнем сенокосе // Кормопроизводство. – 2016. – № 10. – С. 8–12.
16. Рекомендации по созданию и интенсивному укосному использованию луговых травостоев в лесной зоне европейской части СССР / Н.М. Ахламова, Б.И. Коротков, С.С. Лавров [и др.]. – М. : Колос, 1982. – 48 с.

References

1. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Privalova K.N. et al. Osnovnyye napravleniya razvitiya lugovogo kormoproizvodstva v Rossii [The main directions of development of meadow forage production in Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]*, 2018, vol. 32, no. 2, pp. 17–20. (DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10204).
2. Kutuzova A.A. Aktual'nyye napravleniya razvitiya nauchnykh issledovaniy po lugovodstvu [Actual directions of development of scientific research on meadow growing]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo [Adaptive fodder production]*, 2010, no. 1, pp. 20–25. (URL: <http://www.adaptagro.ru>).
3. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Rodionova A.V. et al. Innovatsionnyy resurs proizvodstva vysokokachestvennykh ob'yemistykh kormov na prirodnnykh senokosakh [An innovative resource for the production of high-quality bulky forages on natural hayfields]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]*, 2018, vol. 32, no. 2, pp. 40–43. (DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10210).
4. Zhezmer N.V. Produktivnost' i kachestvo travyanogo syr'ya dolgoletnykh rannespelykh zlakovykh ukosnykh agrotsenozov [Productivity and quality of herbal raw materials of long-term early-maturing cereal mowing agrocenoses]. *Agrarnaya nauka na sovremennom etape: sostoyaniye, problemy, perspektivy : materialy III nauch.-prakt. konf. [Agrarian science at the present stage: state, problems, prospects : materials of the III scientific-practical Conference]*. Vologda, 2020, pp. 282–287.
5. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Rodionova A.V. et al. Ekonomicheskaya effektivnost' usovershenstvovannykh tekhnologiy sozdaniya i ispol'zovaniya seyanykh senokosov [Economic efficiency of improved technologies for the creation and use of seeded hayfields]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2020, no. 3, pp. 3–8.
6. Zhezmer N.V. Ekonomicheskaya effektivnost' dolgoletnego mnogoukosnogo ispol'zovaniya raznpospevayushchikh zlakovykh travostoyev dlya zagotovki senazha [Economic efficiency of long-term multi-mowing use of different-maturing grass stands for haylage]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo [Multifunctional adaptive fodder production : collection of scientific articles]*. Issue 25 (73). Moscow, 2021, pp. 87–93. (DOI: 10.33814/MAK-2021-25-73-87-93).
7. Zhezmer N.V. Agroenergeticheskaya effektivnost' tekhnologiy sozdaniya i dolgoletnego ukosnogo ispol'zovaniya raznpospevayushchikh agrotsenozov [Agroenergetic efficiency of technologies for the creation and long-term use of mowing agrocenoses of different maturing]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo [Multifunctional adaptive fodder production : collection of scientific articles]*. Issue 14 (62). Moscow, Ugrreshskaya tipografiya Publ., 2017, pp. 68–73.
8. Teberdiev D.M., Rodionova A.V., Shchannikova M.A., Zapivalov S.A. Agroenergeticheskaya effektivnost' tekhnologiy sozdaniya i ispol'zovaniya dolgoletnego senokosa [Agroenergetic efficiency of technologies for the creation and use of long-term haymaking]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo [Multifunctional adaptive fodder production : collection of scientific articles]*. Issue 25 (73). Moscow, 2021, pp. 94–100. (DOI: 10.33814/MAK-2021-25-73-94-100).
9. Mikhaylichenko B.P., Kutuzova A.A., Novoselov Yu.K. et al. Metodicheskoye posobiye po agroenergeticheskoy i ekonomicheskoy otsenke tekhnologiy i sistem kormoproizvodstva [Methodical

- manual on agro-energy and economic assessment of technologies and systems of fodder production]. Moscow, Tipografiya Rossel'khozakademii Publ., 1995, 174 p.
10. Mikhaylichenko B.P., Shpakov A.S., Kutuzova A.A. Metodicheskoye posobiye po agroenergeticheskoy otsenke tekhnologiy i sistem vedeniya kormoproizvodstva [Methodical manual on agro-energy assessment of technologies and systems of fodder production]. Moscow, Tipografiya Rossel'khozakademii Publ., 2000, 52 p.
 11. Kutuzova A.A., Trofimova L.S., Provornaya E.E. Novyy metod energeticheskoy otsenki lugovykh agroekosistem [A new method of energy assessment of meadow agroecosystems]. *Programma i metodika provedeniya nauchnykh issledovaniy po lugovodstvu (po Mezhdomestvennoy koordinatsionnoy programme NIR Rossel'khozakademii na 2011–2015 gg.)* [Program and methodology for scientific research on meadow farming (according to the Interdepartmental Coordination Program of Scientific Research of the Russian Agricultural Academy for 2011–2015)]. Moscow, 2011, pp. 128–163.
 12. Kutuzova A.A. Metodologiya i prakticheskoye znachenie proizvodstva valovoy energii lugovymi agrobiogeotsenozami [Methodology and practical importance of gross energy production by meadow agrobiogeocenoses]. *Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut kormov imeni V.R. Vil'yamsa na sluzhbe Rossiyskoy nauke i praktike* [All-Russian Williams Fodder Research Institute in the service of Russian science and practice]. Moscow, Tipografiya Rossel'khozakademii Publ., 2014, pp. 272–286.
 13. Kulakov V.A., Sedova E.G., Altunin D.A. Rol' antropogennykh i prirodnykh faktorov v proizvodstve valovoy energii agrobiogeotsenozami raznogo floristicheskogo sostava [The role of anthropogenic and natural factors in the production of gross energy by agrobiogeocenoses of different floristic composition]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Multifunctional adaptive fodder production : collection of scientific articles]. Issue 6 (54). Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2015, pp. 56–60.
 14. Kutuzova A.A., Altunin D.A., Stepanishchev I.V. Agroenergeticheskaya i ekonomicheskaya otsenki effektivnosti tekhnologicheskikh sistem osvoyeniya vybyvshey iz oborota pashni pod pastbishcha [Agroenergetic and economic evaluation of the efficiency of technological systems for the development of arable land, retired from circulation, for pastures]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Multifunctional adaptive fodder production : collection of scientific articles]. Issue 7 (55). Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2015, pp. 47–53.
 15. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Rodionova A.V. Effektivnost' antropogennykh zatrat i prirodnykh faktorov na dolgoletnem senokose [The effectiveness of anthropogenic costs and natural factors in long-term haymaking]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2016, no. 10, pp. 8–12.
 16. Akhlamova N.M., Korotkov B.I., Lavrov S.S. et al. Rekomendatsii po sozdaniyu i intensivnomu ukosnomu ispol'zovaniyu lugovykh travostoyev v lesnoy zone yevropeyskoy chasti SSSR [Recommendations for the creation and intensive use of meadow grasses in the forest zone of the European part of the USSR]. Moscow, Kolos Publ., 1982, 48 p.