

УДК 631.372:629.114.2

UDC 631.372:629.114.2

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ТЕПЛОВОЙ АДАПТАЦИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРОВ АВТОМОБИЛЯ К ПРИНЯТИЮ НАГРУЗКИ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ**

**RESEARCH ON THE THERMAL ADAPTATION OF HYDRAULIC SHOCK ABSORBERS OF A CAR TO LOAD ACCEPTANCE IN LOW-TEMPERATURE CONDITIONS**

Кучер Александр Викторович  
кандидат технических наук  
РИНЦ SPIN-код: 3604-5162  
email: [alexkucher1987@mail.ru](mailto:alexkucher1987@mail.ru)

Kucher Alexander Victorovich  
Candidate of Technical Sciences  
SPIN code: 3604-5162  
email: [alexkucher1987@mail.ru](mailto:alexkucher1987@mail.ru)

*Дальневосточное высшее общевойсковое командное ордена Жукова училище имени Маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского, Россия, 675021 Амурской области, г. Благовещенск, ул. Ленина, д. 158*

*Far Eastern Higher Combined Arms Command Order of Zhukov School named after Marshal of the Soviet Union K.K. Rokossovsky, Russia, 675021 Amur region, Blagoveshchensk, Lenina, 158*

Ребров Артем Максимович  
соискатель,  
[temarebrov90@gmail.com](mailto:temarebrov90@gmail.com).

Rebrov Artem Maksimovich  
applicant,  
[temarebrov90@gmail.com](mailto:temarebrov90@gmail.com)

*Дальневосточное высшее общевойсковое командное ордена Жукова училище имени Маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского, Россия, 675021 Амурской области, г. Благовещенск, ул. Ленина, д. 158*

*Far Eastern Higher Combined Arms Command Order of Zhukov School named after Marshal of the Soviet Union K.K. Rokossovsky, Russia, 675021 Amur region, Blagoveshchensk, Lenina, 158*

Кузнецов Евгений Евгеньевич  
д-р. техн. наук, профессор  
РИНЦ SPIN-код: 6082-4770  
email: [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru)  
*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86.  
Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.Аммосова, Россия, 677000, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Белинского, д. 58*

Kuznetsov Evgeny Evgenievich  
Doctor of technical sciences, Professor  
SPIN-code: 6082-4770  
email: [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru)  
*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86.  
Northeastern Federal University named after M.K.Ammosov, Russia, 677000, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, ul. Belinskogo, 58*

Шишлов Дмитрий Сергеевич  
студент магистратуры,  
SPIN-код: 7610-2050, AuthorID: 1282423,  
[shishlovps@gmail.com](mailto:shishlovps@gmail.com)  
*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Dmitry Sergeevich Shishlov  
graduate student,  
SPIN code: 7610-2050, AuthorID: 1282423,  
[shishlovps@gmail.com](mailto:shishlovps@gmail.com)  
*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86.*

Волков Артём Александрович  
студент магистратуры,  
[arhivolk5644@gmail.com](mailto:arhivolk5644@gmail.com)  
*Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86*

Volkov Artyom Alexandrovich  
graduate student,  
[arhivolk5644@gmail.com](mailto:arhivolk5644@gmail.com)  
*Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86*

Оптимальное соотношение при использовании видов наземного транспорта, в ходе перевозки грузов, базируется, как на развитости дорожной и

The optimal ratio when using types of land transport, during the transportation of goods, is based both on the development of road and transport infrastructure,

транспортной инфраструктуры, так и на необходимости достижения всесезонной эксплуатационной надёжности и работоспособности, вне зависимости от региона производства продукции. В связи с чем необходимость повышения работоспособности может быть достигнута применением способов адаптации серийных образцов используемой техники к региональным условиям. В работе изложены результаты экспериментальных исследований по установлению влияния теплового нагрева на эксплуатационные характеристики амортизаторов ходовой части автомобиля при низкотемпературных условиях и приводятся данные по эффективности теплового нагрева амортизаторов перед началом движения

and on the need to achieve all-season operational reliability and operability, regardless of the region of production. In this regard, the need to improve performance can be achieved by applying methods for adapting serial samples of used equipment to regional conditions. The article presents the results of experimental studies to establish the effect of thermal heating on the performance characteristics of the shock absorbers of the undercarriage under low-temperature conditions and provides data on the effectiveness of thermal heating of the shock absorbers before driving

Ключевые слова: АВТОМОБИЛЬ, НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ, НАГРЕВ, АМОРТИЗАТОР, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Keywords: CAR, LOW-TEMPERATURE CONDITIONS, HEATING, SHOCK ABSORBER, EFFICIENCY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-214-024>

## **Введение.**

Необходимость применения транспортных средств, как доставочно-грузовых, так и личного использования, является основой региональной экономики [1-3]. При этом оптимальное соотношение при использовании видов наземного транспорта, в ходе перевозки грузов, базируется, как на развитости дорожной и транспортной инфраструктуры, так и на необходимости достижения всесезонной эксплуатационной надёжности, вне зависимости от региона производства продукции [4,5].

При этом эксплуатация автомобилей в холодный период года сопряжена со значительными нагрузками: на двигатель внутреннего сгорания (ДВС)- в период запуска и прогрева, трансмиссионные узлы и агрегаты-в период перехода к силовым нагрузкам при движении после длительной стоянки, на элементы ходовой части, в частности гидравлические или гидропневматические амортизаторы- в период начала трогания автомобиля и движения на высоких скоростях без предварительного прогрева, в силовых гидро- и пневмопередачах в связи с

природно-температурным загущением масел, низкой прокачиваемостью и высоким трением через прокачиваемые полости и подающие механизмы.

Ряд исследований авторов [6-8] указывает, что режимы запуска ДВС и перехода к движению значительно снижают технические ресурсы и ускоряют износ компонентов, элементов и систем автомобиля, при этом прогнозирование его работоспособности и планирование производственной деятельности в низкотемпературный период обеспечиваются введением дополнительных снижающих коэффициентов в расчётные величины.

### **Материалы и методы.**

Таким образом необходимость повышения работоспособности может быть достигнута применением способов адаптации серийных образцов как автомобильной, так и тракторной техники к региональным условиям использования.

В связи с чем, в целях необходимого расширения рабочих параметров средств гашения колебаний подвески и ходовой части-гидравлических амортизаторов, работоспособность которых наиболее часто подвергается изменению в низкотемпературных условиях, было конструктивно предложено и принято к исследованию устройство по патенту на полезную модель № 180768 «Устройство подогрева гидравлического амортизатора транспортно-технологических машин» [9]. Эксперименты проводились, как в лабораторных, так и в производственных условиях с применением экспериментальных нагревательных устройств (рисунок 1), секундомера, гидравлического амортизатора (рисунок 2), термографа-пирометра.

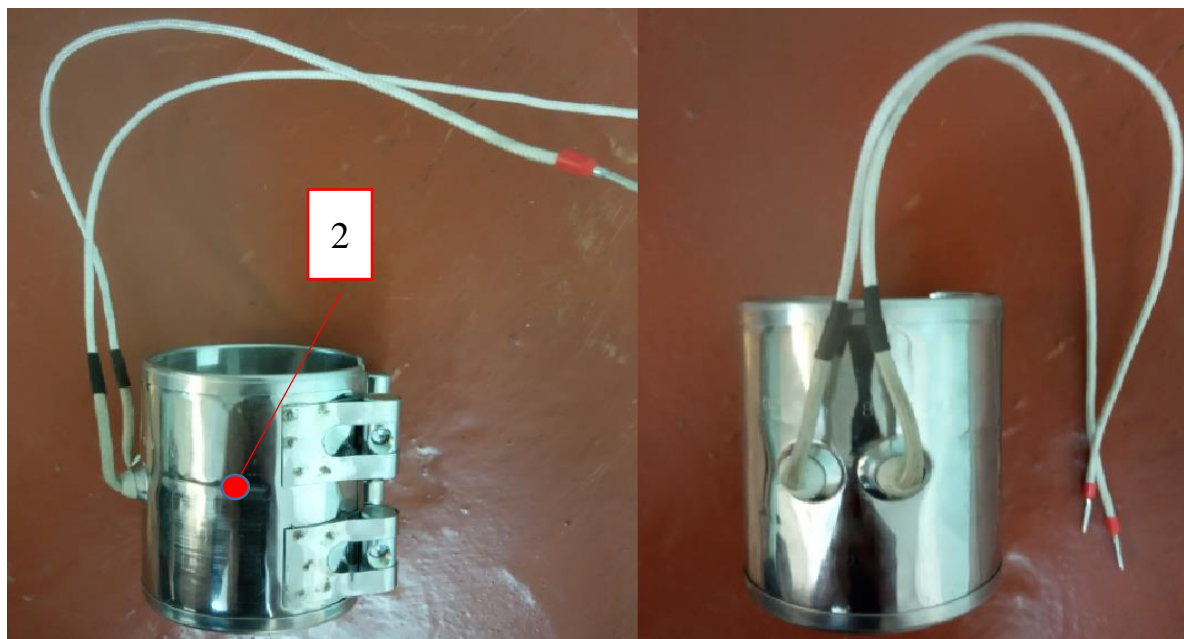


Рисунок 1- Экспериментальное нагревательное устройство  
(мощность 30 Вт, напряжение 12В)

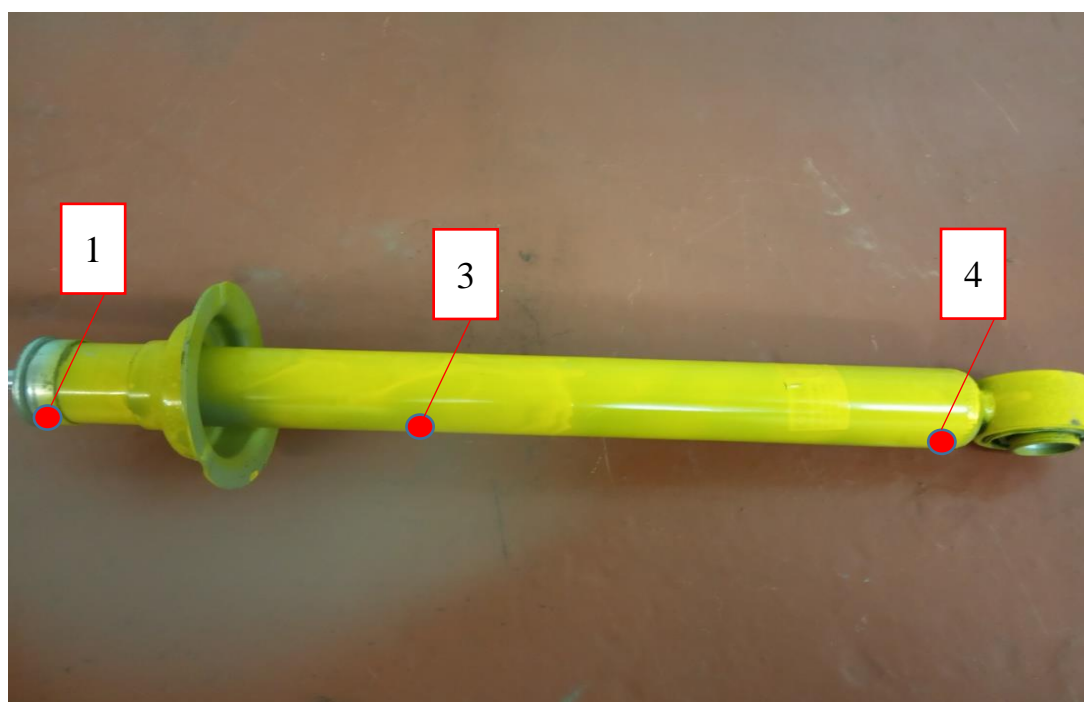


Рисунок 2 - Двухпозиционный гидравлический амортизатор  
KOROMA 341222

В ходе эксперимента замерялись следующие основные параметры: время проведения опыта, температура нагрева ключевых точек, замеры температуры корпуса амортизатора. Состояние амортизаторов

определялось методом визуального осмотра, нагрев - лазерным пирометром. Ключевые точки замеров температуры были установлены:

1. Точка, расположенная на клапане амортизатора
2. Нагреватель
3. Точка на корпусе амортизатора
4. Точка на нижней части корпуса амортизатора

Эксперимент проводился во временных параметрах 0-30 минут с замером параметров нагрева.

### Результаты и обсуждение.

Ключевые точки замеров тепловых параметров на корпусе амортизатора и усреднённые диапазоны экспериментально замеренных температур распределены и предложены к анализу в таблице 1 и 2.

Таблица 1 - Ключевые точки замеров тепловых параметров на корпусе амортизатора и усреднённые диапазоны температур, полученные при производственном эксперименте (при  $t^0, C = -24^0$ ).

Время, Т	Точки замеров	Температура амортизатора, $t^0, C$	Температура нагревателя, $t^0, C$
0:00	3	-24	-24
3	1	-21,2	-21,1
5:14	1	-18,5	-17,6
6:38	2	-16,6	-14,9
8:39	3	-14,6	-12
10:27	4	-17,8	-9,1
11:50	3	-7,6	-6,6
12:34	1	-8,2	-4,2
14:48	2	-3,4	-1,5
17:17	4	-7,1	2,2
20:12	3	2,3	5
22:09	1	4,9	8,4
23:11	3	7,1	10,8
25	4	12,9	13,9
27	2	13,8	16,6
29	4	17,2	18,8

Таблица 2 - Ключевые точки замеров тепловых параметров на корпусе амортизатора и усреднённые диапазоны температур, полученные при лабораторном эксперименте (при  $t^0, C = 12,4^0$ ).

Время, Т	Точки замеров	Температура амортизатора, t	Температура нагревателя, t
0:00	3	12,4	16
3:22	1	15,9	18,9
5:28	3	17,3	21,3
6:44	2	23,5	25,1
8:20	3	27,3	30,3
8:24	4	24,3	34,9
8:50	2	25	36
9:34	1	36,7	38,8
9:48	3	38,5	40,1
10:17	4	35,4	42,2
11:12	3	40,4	43,1
12:16	1	42,8	44,8
14:23	3	44,3	47,6
14:35	4	40,3	48
15:04	2	46,5	49,7
18:16	4	43,9	53,1

Полученные результаты позволили сформировать графики зависимости нагрева корпуса амортизатора от времени и температуры при работе нагревательного элемента в условиях низкотемпературной эксплуатации, рисунок 3



Рисунок 3 - График зависимости нагрева корпуса амортизатора от времени и температуры нагрева нагревательного элемента в условиях зимней полевой эксплуатации

Полученную зависимость можно описать при помощи полиномиального уравнения первого порядка:

$$y = 2,375x - 26,488. \quad (1)$$

и в лабораторных условиях, рисунок 4

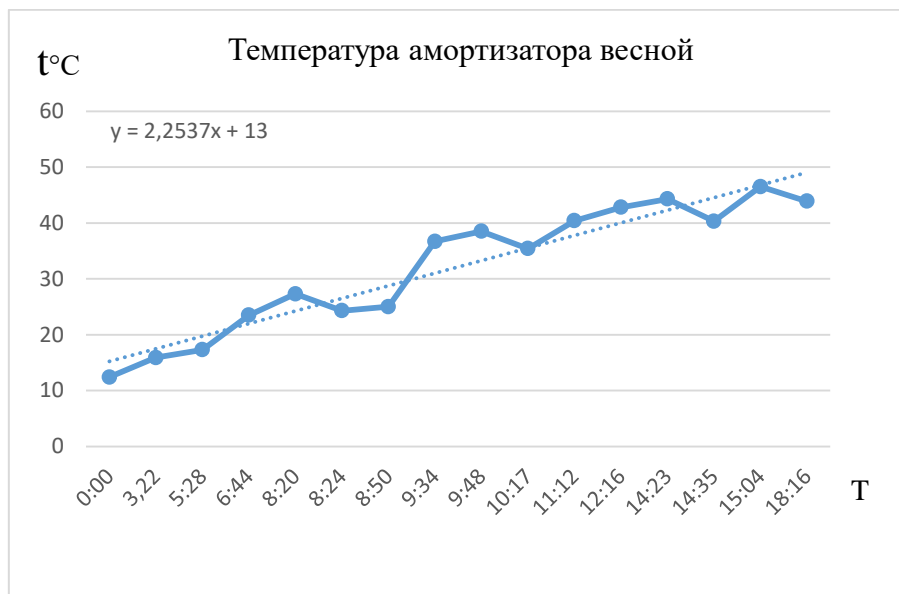


Рисунок 4- График зависимости нагрева корпуса амортизатора от времени и температуры нагрева нагревательного элемента в лабораторных условиях

Полученную зависимость также можно описать при помощи полиномиального уравнения первого порядка:

$$y = 2,2537x + 13 \quad (2)$$

Также полученные данные позволили построить графики зависимости нагрева амортизатора от времени включения нагревательного элемента в условиях зимней полевой эксплуатации (рисунок 5) и лабораторных условиях (рисунок 6).



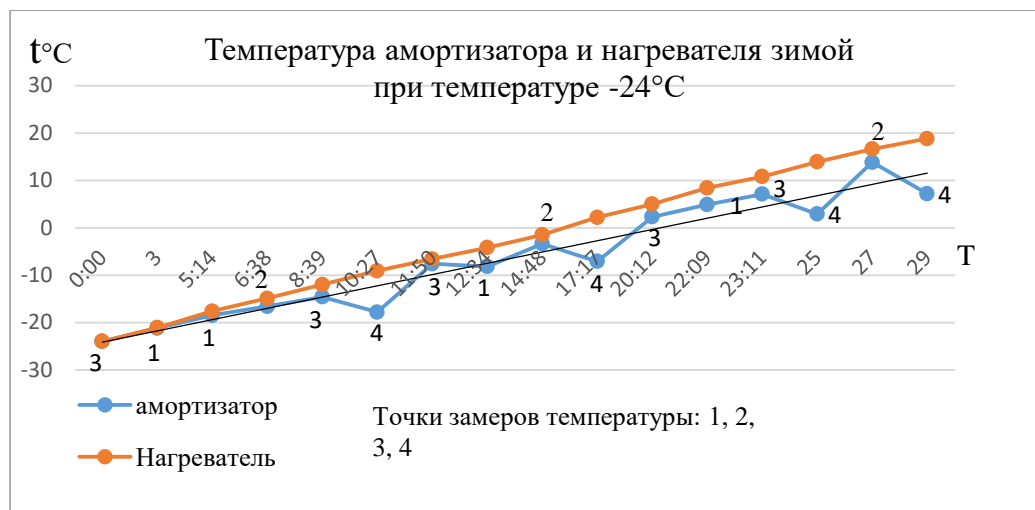


Рисунок 5- Графики зависимости температуры внешней поверхности амортизатора от времени включения нагревательного элемента ( производственные низкотемпературные условия)

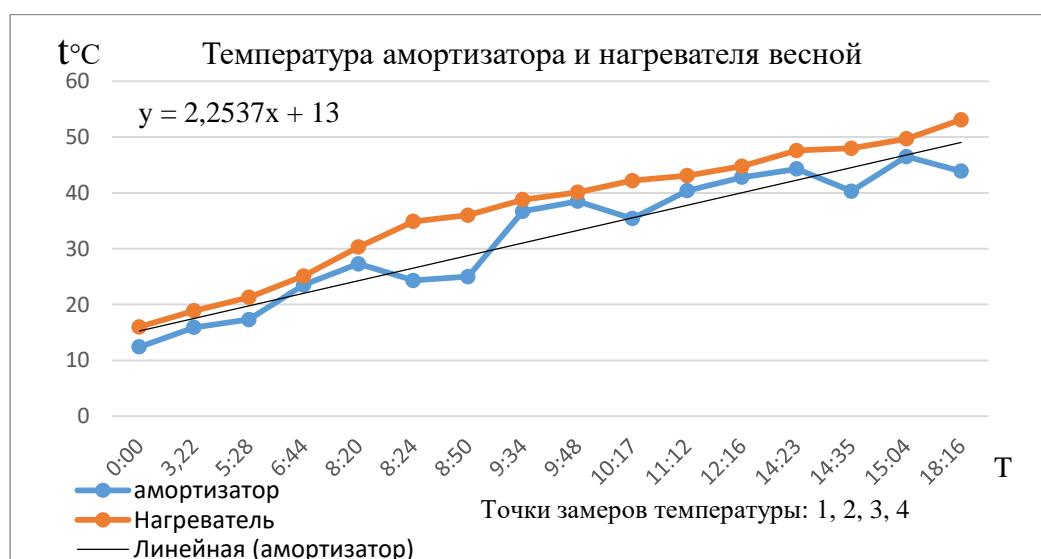


Рисунок 6- Графики зависимости температуры внешней поверхности амортизатора от времени включения нагревательного элемента в лабораторных условиях

**Заключение и выводы.** Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что, как в условиях зимней эксплуатации, так и в лабораторных условиях характер нагрева амортизатора по ключевым точкам имеет схожие показатели.



Результаты эксперимента в зимних полевых условиях показывают, что эксплуатационной температуры в  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  корпус амортизатора достигает уже через 8, 39 мин. нагрева от температуры окружающей среды в  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Что происходит в период прогрева автомобиля до начала движения и выполнения им транспортных операций, таким образом в зимний период эксплуатации формируются комфортные условия как для эксплуатации узлов ходовой части, а именно амортизаторов, так и повышаются показатели надёжности и долговечности установленных элементов.

Экспериментальные и лабораторные данные имеют расхождение с теоретическими в 4-5%, что является допустимой погрешностью и позволяет судить о достоверности проведённых исследований.

В общем случае полученные результаты позволяют сделать вывод, что использование электрического кольцевого нагревателя даёт возможность поднять температуру амортизатора с  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $13,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 29 мин. При этом минимальный температурный параметр в  $7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  зафиксирован в конце эксперимента в нижней части корпуса амортизатора. Результаты эксперимента, проведённого в лабораторных условиях, при изначальной температуре амортизатора  $12,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  показывают, что предложенное устройство даёт возможность поднять его температуру до  $46,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 18,16 минут, при чём самая низкая температура корпуса была зафиксирована в точке замера 4 -  $43,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Данные проведённого эксперимента и анализ полученных зависимостей позволяет утверждать, что предлагаемый нагреватель способен обеспечить комфортные условия для эксплуатации автомобиля в зимний период, также нагреватель повышает надёжность и эксплуатационные характеристики амортизаторов при низких температурах окружающей среды. В свою очередь это даст возможность получить экономию материальных средств за счёт меньшего количества

поломок и увеличения срока работоспособности в ходе эксплуатации автомобиля при отрицательных температурах окружающего воздуха. При чём экспериментальные данные способствуют определению как температурного, так и временного коридора для работы нагревательного устройства и дают возможность рекомендации полученных результатов при производственном применении устройств нагрева заявленной мощности в системах устранения колебаний автомобилей и тракторов.

### Список литературы:

1. Алдошин, Н.В. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов / Н.В. Алдошин, Пехутов А.С.// Механизация и электрификация сельского хозяйства. –2012.- №4.- С. 26-27
2. Кузнецов, Е.Е. Пути повышения эффективности мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных агрегатов на полевых и транспортных работах : дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2017.- 312 с.
3. Лимаренко, Н.В. Обоснование выбора оптимального маршрута транспортировки зерна при внутрихозяйственных перевозках / А.С. Степашкина, Н.В. Лимаренко, И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2022. Т. 14. -№1. – С. 141-149.
4. Луценко Е.В. Математическая модель рациональной организации уборочно-транспортно-заготовительных компаний в АПК/ Е.В.Луценко, Бакурадзе З.А.// Труды Кубанского государственного аграрного университета.- 2008.-№ 11.- С. 58-63. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11619516>
5. Experiment of using thermal insulating materials for accumulation of heat in the transmission/ A.A.Dolgushin, D.M.Voronin, A.P. Syrbakov// IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING.2019 International Conference on Innovations in Automotive and Aerospace Engineering, ICI2AE 2019. -Том 632.- 2019.- p. 012014 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43215003>
6. Петриченко Г.С. Характеристика надёжности систем и сетей, выбор оптимальной методики расчёта параметров надёжности системы / Г.С.Петриченко, Л.М.Крикавая, Н.Ю.Нарыжная//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2006.- № 22. –8 с. (1,08 Мб)
7. Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Кривуца З.Ф., Кучер А.В. Повышение эффективности использования мобильных транспортных энергетических средств в условиях низкотемпературной эксплуатации : монография.- Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2022. – 175 с.
8. Пехутов, А.С. Износ дизельного двигателя в течение прогрева / А.С.Пехутов, С.Н.Шуханов, П.А.Болоев, А.А.Абидуев, Г.Е.Кокиева// Наука в центральной России. - 2024.- № 3 (69). – С. 46-52 [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_68015579\\_52766702.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_68015579_52766702.pdf)
9. Устройство подогрева гидравлического амортизатора транспортно-технологических машин/ А.В. Кучер, Е.Е.Кузнецов// Патент на полезную модель №

180768. Заявка № 2017136474 от 16.10.2017. Опубликовано 22.06.2018 Бюл. № 18.  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38154650>

## References

1. Aldoshin, N.V. Povyshenie proizvoditel'nosti pri perevozke sel'skoxozyajstvenny'x грузов / N.V. Aldoshin, Pexutov A.S. // Mexanizaciya i e'lektrifikaciya sel'skogo xozyajstva. –2012.- №4.- S. 26-27
2. Kuzneczov, E.E. Puti povysheniya e'ffektivnosti mobil'ny'x e'nergeticheskix sredstv i sel'skoxozyajstvenny'x agregatov na polevy'x i transportny'x rabotax : dis. d-ra texn. nauk: 05.20.01. Blagoveshhensk, 2017.- 312 s.
3. Limarenko, N.V. Obosnovanie vy'bora optimal'nogo marshruta transportirovki zerna pri vnutrixozyajstvenny'x perevozkax / A.S. Stepashkina, N.V. Limarenko, I.A. Uspenskij, I.A. Yuxin, D.S. Ryabchikov // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotexnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. 2022. T. 14. -№1. – S. 141-149.
4. Lucenko E.V. Matematicheskaya model' racional'noj organizacii uborochno-transportno-zagotovitel'ny'x kompanij v APK/ E.V.Lucenko, Bakuradze Z.A.// Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- 2008.-№ 11.- S. 58-63.  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11619516>
5. Experiment of using thermal insulating materials for accumulation of heat in the transmission/ A.A.Dolgushin, D.M.Voronin, A.P. Syrbakov// IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING.2019 International Conference on Innovations in Automotive and Aerospace Engineering, ICI2AE 2019. -Tom 632.- 2019.- p. 012014 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43215003>
6. Petrichenko G.S. Xarakteristika nadyozhnosti sistem i setej, vybor optimal'noj metodiki raschyota parametrov nadyozhnosti sistemy' / G.S.Petrichenko, L.M.Krikaya, N.Yu.Naryzhnaya//Politematicheskij setevoj e'lektronny'j nauchny'j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny'j zhurnal KubGAU). – 2006.- № 22. –8 s. (1,08 Mb)
7. Kuzneczov E.E., Shhitov S.V., Krivucza Z.F., Kucher A.V. Povyshenie e'ffektivnosti ispol'zovaniya mobil'ny'x transportny'x e'nergeticheskix sredstv v usloviyax nizkotemperaturnoj e'kspluatatsii : monografiya.- Dal'nevost. gos. agrar. un-t. – Blagoveshhensk : Dal'nevostochny'j GAU, 2022. – 175 s.
8. Pexutov, A.S. Iznos dizel'nogo dvigatelya v techenie progrevy / A.S.Pexutov, S.N.Shuxanov, P.A.Boloev, A.A.Abiduev, G.E.Kokieva// Nauka v central'noj Rossii. -2024.- № 3 (69). – S. 46-52 [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_68015579\\_52766702.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_68015579_52766702.pdf)
9. Ustrojstvo podogreva gidravlicheskogo amortizatora transportno-texnologicheskix mashin/ A.V. Kucher, E.E.Kuzneczov// Patent na poleznuyu model' № 180768. Zayavka № 2017136474 ot 16.10.2017. Opublikovano 22.06.2018 Byul. № 18.  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38154650>