

### References

1. Soya na Dal'nem Vostoke (Soya in the Far East), A.P. Vashchenko, N.V. Mudrik, P.P. Fisenko [i dr.], Vladivostok, Dal'nauka, 2010, 435 p.
2. Pat. № 105561 RF МПК А01В 29/04 (2006. 01). Katok udarnogo deistviya (Pat. 105561 RF IPC А01В 29/04 (2006. 01) Impact Roller)), № 2010144901, zayavl. 02.11.2010, opubl. 20.06.2011, M.S. Shapar'; zayavitel', patentoobladatel' Primorskaya gos. s.-kh. akademiya, 3 p.
3. Shishlov, S.A., Shchitov, S.V., Shapar', M.S. Konstruktivnye parametry katka udarnogo deistviya dlya predposevnogo prikatyvaniya pochvy pod soyu (Design Parameters of the Impact Roller for Pre-Sowing Packing of Soil Intended for Soya Crops), *Nauchnoe obozrenie*, 2015, No 19, PP. 58-61.
4. Medvedev, V.V. Tverdost' pochv (Hardness of Soil), Khar'kov, Gorodskaya tipografiya, 2009, 152 p.

### Информация об авторах

**Шишлов Сергей Александрович**, д-р техн. наук, профессор, завкафедрой проектирования и механизации технологических процессов; ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»; 692510, Россия, Приморский край, г. Уссурийск, пр-т Блюхера 44; тел. 89146705133, sergey\_a\_shishlov@mail.ru;

**Шишлов Александр Николаевич**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры проектирования и механизации технологических процессов; ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»; 692510, Россия, Приморский край, г. Уссурийск, пр-т Блюхера 44; тел. 89147113020; sergey\_a\_shishlov@mail.ru.

**Шапарь Михаил Сергеевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры инженерного обеспечения предприятий АПК; ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»; 692510, Россия, Приморский край, г. Уссурийск, пр-т Блюхера 44; тел. 89146705133; sergey\_a\_shishlov@mail.ru.

### Information about the authors

**Sergey A. Shishlov**, Dr Tech. Sci., Professor, Primorskaya State Academy of Agriculture; 44 Bluhera st., Ussuriisk, Russian Federation, 692510; sergey\_a\_shishlov@mail.ru;

**Aleksandr N. Shishlov**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; 44 Bluhera st., Ussuriisk, Russian Federation, 692510;

**Mikhail S. Shapar**, Cand. Tech. Sci., Primorskaya State Academy of Agriculture; 44 Bluhera st., Ussuriisk, Russian Federation, 692510.

УДК 629.33  
ГРНТИ 55.43.31

DOI: 10.24411/1999-6837-2020-11014

**Щитов С.В.**, д-р техн. наук, профессор;  
**Кузнецов Е.Е.**, д-р техн. наук, доцент;  
**Кривуца З.Ф.**, д-р техн. наук, доцент;  
**Евдокимов В.Г.**, д-р техн. наук, профессор;  
**Иванов С.А.**, д-р техн. наук, профессор,  
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,  
г. Благовещенск, Амурская область, Россия

## ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

© Щитов С.В., Кузнецов Е. Е., Кривуца З.Ф., Евдокимов В.Г., Иванов С.А., 2020

**Резюме.** Рациональное использование автомобильного транспорта при перевозке грузов в настоящее время является особенно актуальным, так как напрямую влияет на эффективность его использования. Особенно остро этот вопрос стоит в условиях Амурской области, где намечено увеличить производство сои, и, как следствие, резко возрастёт объём грузоперевозок. Для выполнения поставленной задачи необходимо наметить пути повышения производительности имеющегося автомобильного транспорта. Одним из путей достижения поставленной задачи является выбор параметра, оказывающего наибольшее влияние на производительность.

Наиболее простым способом решения данной проблемы является повышение скорости движения. Повышение величины производительности за счёт увеличения массы перевозимого груза с одной стороны ограничивается грузоподъёмностью, с другой стороны условиями эксплуатации, что особенно важно, так как в условиях Амурской области перевозка грузов происходит на дорогах, не всегда обеспечивающих реализацию тягово-сцепных свойств. В реальных условиях эксплуатации очень сложно быстро определить, как будет влиять изменение скорости движения автомобиля на общие затраты, а, следовательно, и эффективность его использования. На основании проведённых исследований нами предлагается использование номограмм, позволяющих быстро определить себестоимость единицы выполненной работы.

**Ключевые слова:** скорость движения, длина ездки, масса перевозимого груза, эффективность использования, автомобиль.

UDC 629.33

DOI: 10.24411/1999-6837-2020-11014

**S.V. Shchitov, Dr Tech. Sci., Professor;**  
**E.E. Kuznetsov, Dr Tech. Sci., Associate Professor;**  
**Z.F. Krivutza, Dr Tech. Sci., Associate Professor;**  
**V.G. Evdokimov, Dr Tech. Sci., Professor;**  
**S.A. Ivanov, Dr Tech. Sci., Professor,**  
Far East State Agricultural University,  
Blagoveshchensk, Amur Region, Russia

## INFLUENCE OF VEHICLE SPEED ON ITS EFFICIENCY

**Abstract.** Rational use of vehicles for cargo transportation is very important today as it is actually a question of their efficiency. This issue is particularly acute in the Amur Region, where it is planned to increase soybean production, and as a result, the volume of cargo transportation will increase greatly. To accomplish this task, it is necessary to identify ways to improve the efficiency of existing road transport. One of the ways to achieve this goal is to select the parameter that has the greatest effect on the efficiency. The easiest way to solve this problem is to increase the vehicle speed. Enhancement of efficiency due to the increase in weight of transported cargo on the one hand is limited by the carrying capacity, on the other hand by the working conditions, which is especially important in the Amur Region environment as the cargo transportation roads are not always good enough to provide traction-coupling properties. Under real working conditions, it is very difficult to determine quickly how the change in vehicle speed will influence the overall cost, and therefore its efficiency. On the basis of our research, we propose the nomograms to determine quickly the cost of a unit of work performed.

**Keywords:** speed of movement, length of ride, weight of the transported cargo, efficiency, vehicle.

**Введение.** В настоящее время перед АПК Амурской области поставлена задача увеличения производства сои почти в два раза. При выполнении этой задачи товаропроизводители сельскохозяйственной продукции сталкиваются с определёнными трудностями, связанными со своевремен-

ным выполнением транспортных перевозок. Решить данную проблему возможно разными путями, и наиболее простой - увеличить количество транспортных средств. Однако решение вышеназванной проблемы данным способом в конечном итоге скажется на себестоимости единицы продук-

ции [1-2]. Это объясняется тем, что автомобильный транспорт, занятый на перевозке грузов сельскохозяйственного назначения, очень трудно задействовать в хозяйстве в течение всего года, что в конечном итоге сказывается на эффективности его использования. Данная проблема особенно актуальна для Амурской области с резко континентальным климатом, так как он существенно влияет на работу автомобильного транспорта, а большая протяженность территории области затрудняет правильный расчёт себестоимости 1 т.км.

Поставленная проблема должна решаться за счёт оперативного и быстрого принятия решений по эффективности использования имеющегося автомобильного транспорта [3-4]. Проведенные исследования позволили наметить пути решения обозначенной выше проблемы за счёт использования предложенных номограмм.

**Целью данной работы** является повышение эффективности использования автомобильного транспорта в хозяйствах области за счёт использования предлагаемых номограмм по определению затрат на 1 т.км.

**Условия и методы исследования.** Экспериментальные исследования по определению влияния скорости движения и массы перевозимого груза на эффективность использования автомобильного транспорта проводились в реальных условиях эксплуатации, характерных для Амурской области. В качестве объекта исследования были выбраны автомобиль КамАЗ-45143 с прицепом НЕФАЗ-8560-02 и автомобиль ЗИЛ-ММЗ-554 как наиболее используемые на грузоперевозках. В процессе исследований для определения скорости движения и расхода топлива использовалась навигационная система ГЛОНАСС и GPS мониторинга транспорта (рис. 1).

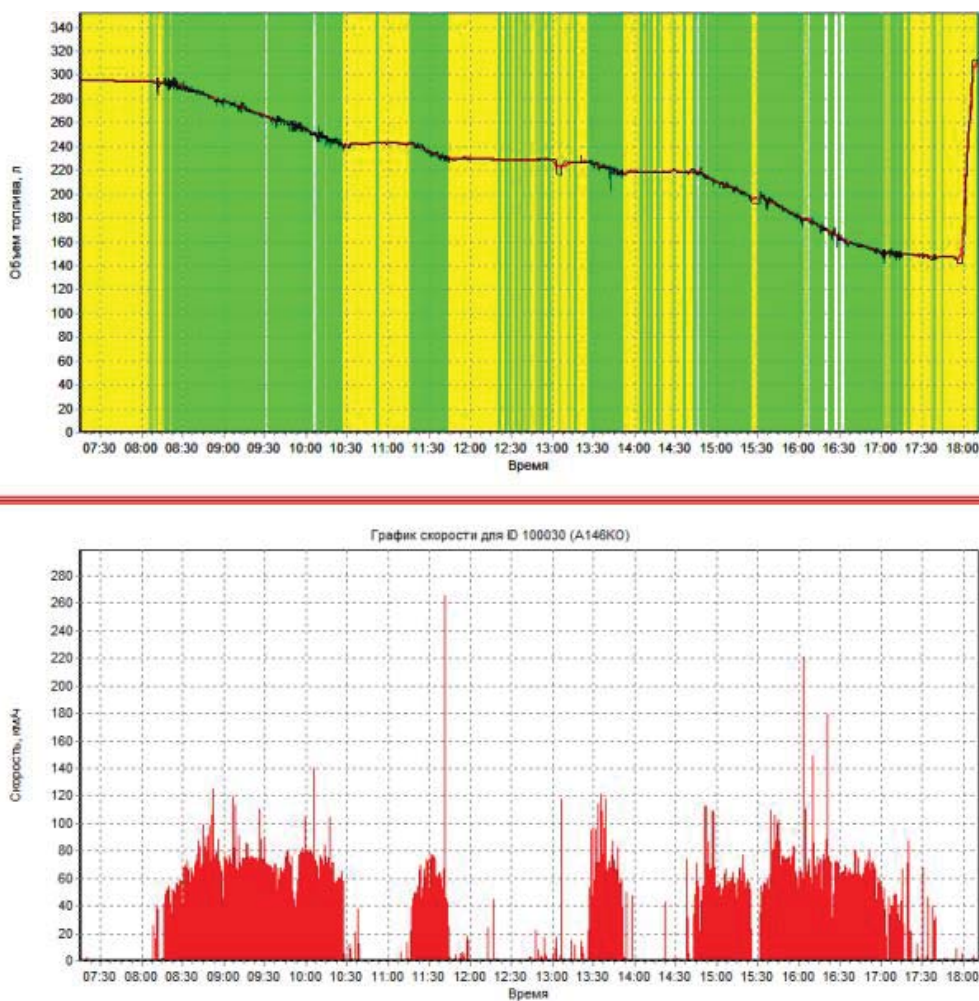


Рис. 1. Диаграмма расхода топлива

Для большей объективности проведенных исследований одновременно проводились хронометражные наблюдения, при этом сходимость результатов исследований находилась в пределах доверительного интервала, что подтверждает чистоту опыта [5].

Объектом исследования являлся автомобиль КамАЗ-55102 с прицепом НЕФАЗ-8560-02. Эксперимент проводился в благоприятных дорожных условиях Амурской области. Расстояние, пройденное автомобилем, при максимальной загрузке составляло 340 км. Скоростной режим варьировал в диапазоне 40-80 км/ч.

Аналогичные исследования проведены и для автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554.

Экспериментальные исследования проводились по методике [6]. На основании вышеизложенных методик были разработаны частные методики по определению влияния скорости движения, массы перевозимого груза и длины ездки на эффективность использования автомобильного транспорта.

**Результаты исследований.** В результате проведенных теоретических исследований была получена многофакторная модель адаптации автомобиля к внешним условиям эксплуатации, влияния температуры окружающего воздуха и скорости движения автомобиля на основе ранее полученных однофакторных моделей [7].

$$G = G_0 e^{\delta_V(V-V_0)} e^{\delta_t(t-t_0)}, \quad (1)$$

где  $G$  – расход топлива, л/100 км;  $G_0$  – наименьшее значение расхода топлива, л/100 км;  $\delta_V$  – параметр изменения скорости, ч/км;  $V$  – скорость движения, км/ч;  $V_0$  – скорость движения, при наименьшем расходе топлива, км/ч;  $\delta_t$  – параметр изменения температуры 1/(°C);  $t$  – температура окружающего воздуха, °C;  $t_0$  – оптимальная температура окружающего воздуха при наименьшем расходе топлива, °C.

Пользуясь полученными в результате проведенных экспериментальных исследований численными значениями параметров

в реальных условиях эксплуатации автомобиля КамАЗ-55102 с прицепом НЕФАЗ-8560-02, выражение (1) имеет вид

$$G = 32 e^{0,009272(V-43)} e^{0,00845(t-4)}. \quad (2)$$

Адекватность модели (2) оценивалась по критерию Фишера.

Энергетические затраты автомобиля в конкретных условиях эксплуатации оцениваются моделью [4,8,9]:

$$E_{\text{п}} = \left( \frac{(\alpha_m + f_m) \cdot G_0 e^{\delta_V(V-V_0)} e^{\delta_t(t-t_0)} \cdot Z_e \cdot l_{\text{ге}} \cdot \rho}{50} + n_{\text{ч}} \cdot a_{\text{ж}} \cdot T_{\text{н}} + E_{\text{а}} \cdot Z_e \cdot L \right) \times \frac{(l_{\text{ге}} + V_{\text{т}} t_{\text{пв}} \beta)}{T_{\text{н}} q \gamma V_{\text{т}} \beta}, \quad (3)$$

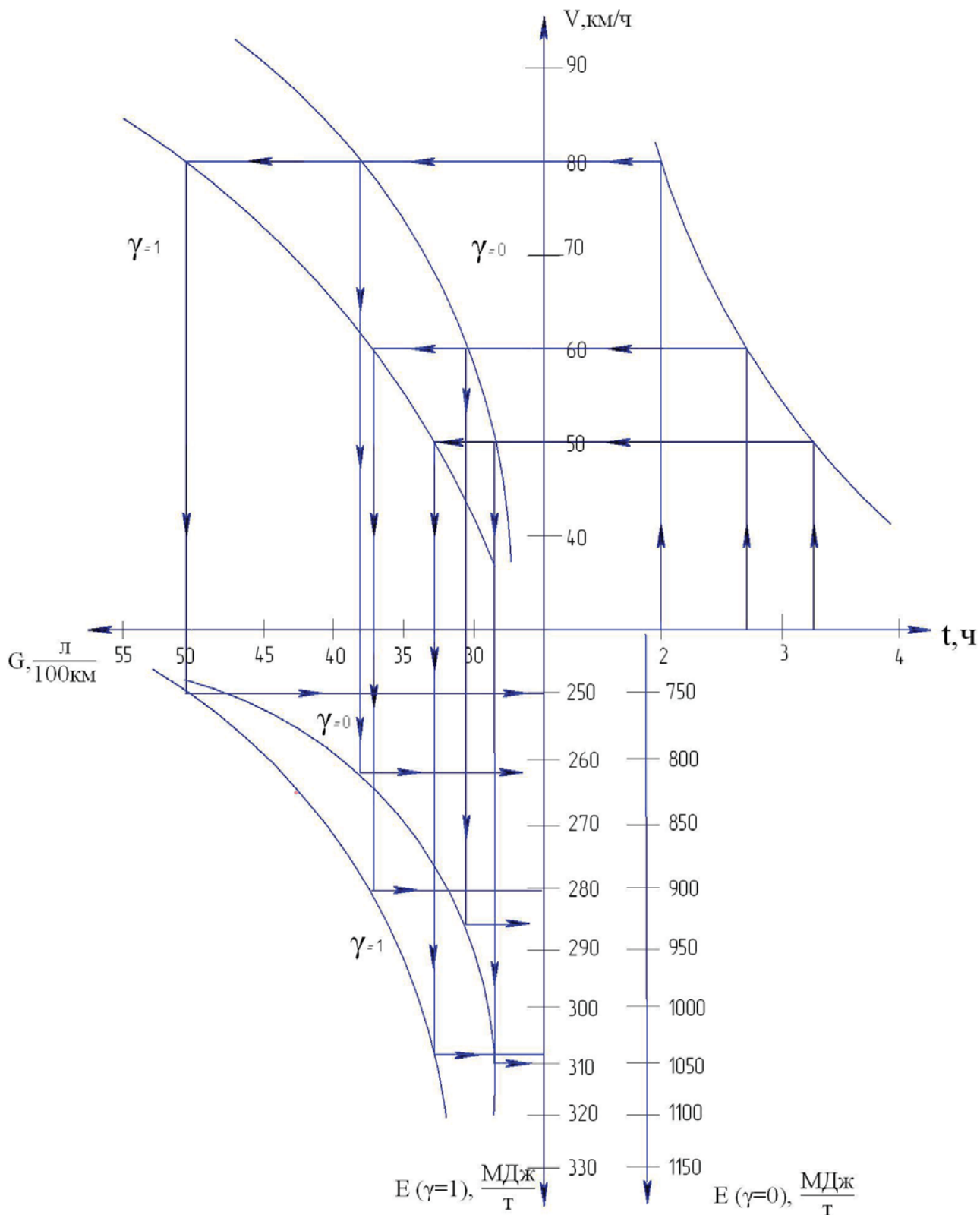
где  $a_m, f_m$  – параметры топлива, МДж/кг;  $t$  – время ездки, ч;  $\rho$  – плотность топлива, кг/л;  $l_{\text{ге}}$  – длина груженой ездки, км;  $T_{\text{н}}$  – времени пребывания в наряде, ч;  $q$  – грузоподъемность транспортного средства, т;  $\gamma$  – коэффициент использования грузоподъемности;  $Z_e$  – число ездок;  $\beta$  – коэффициент использования пробега;  $t_{\text{пв}}$  – среднее время погрузочно-разгрузочных работ за один оборот, ч.

На основании полученных экспериментальных данных построена номограмма (рис. 2), позволяющая оперативно оценивать энергетические затраты на единицу перевезенного груза в различных скоростных режимах.

Анализ предложенной номограммы показал, что при скоростном режиме 60 км/ч и при наибольшей загрузке энергетические затраты транспорта составят 280 МДж/т, тогда как при движении без груза в обратном направлении энергозатраты составят 914 МДж/т.

Аналогично можно определить величину затрат и при другом скоростном режиме, что позволит заранее предусмотреть пути их снижения.

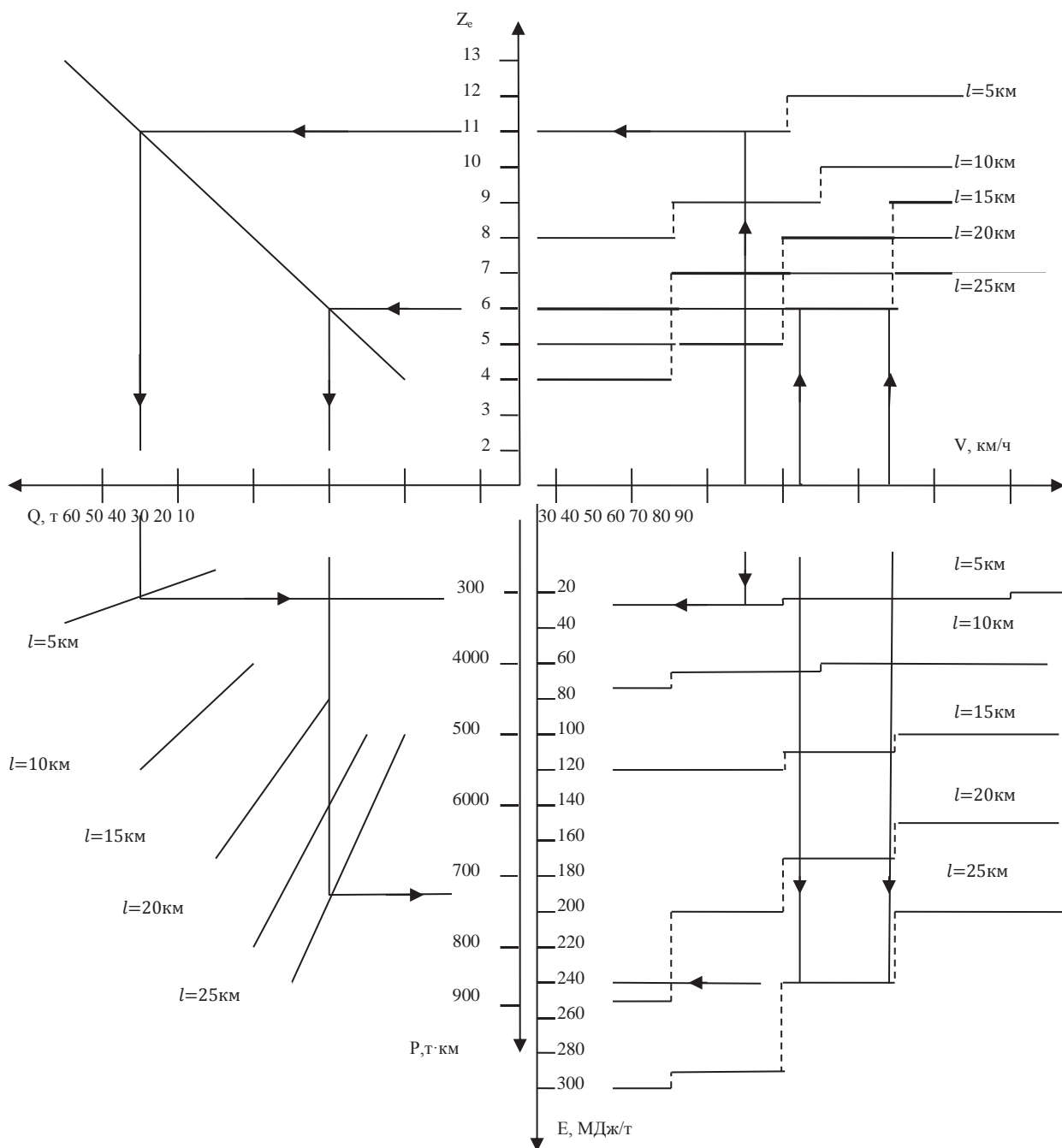
Для оперативного определения характеристик транспортного процесса разработана программа для ЭВМ «Оптимизация энергозатрат на транспортных работах» [10].



**Рис.2. Номограмма для определения энергетических затрат на единицу перевезенного груза**

Определить энергетические затраты автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554 для различных скоростных режимов позволяет номо-

грамма (рис. 3). Алгоритм пользования номограммой представлен конкретно на рисунке 3.



**Рис. 3. Номограмма для определения влияния количества перевозимого груза, выполненной транспортной работы и скорости движения на энергетические затраты**

**Вывод.**

В результате проведенных исследований установлено, что использование предложенных номограмм позволит адекватно

определить энергетические затраты на единицу выполненной работы в зависимости от скорости движения, массы перевозимого груза и дальности перевозок в конкретных условиях эксплуатации.

**Список литературы**

1. Алдошин, Н.В. Оптимизация транспортных процессов. Учебное пособие / Н.В. Алдошин, Р. В. Егоров - Москва : ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011.- 40 с.
2. Алдошин, Н.В. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов / Н.В. Алдошин, А.С. Пехутов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. - № 4. - С. 26-27.
3. Щитов, С.В. Повышение эффективности перевозки сельскохозяйственных грузов / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – № 2. – С.26-28.
4. Щитов, С.В. Повышение производительности автопоездов с прицепными системами в транспортно-технологическом обеспечении АПК/ С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, Е.В. Панова // Научное обозрение. – 2014. - №7. – С.469-474.
5. Евдокимов, В.Г. Использование навигационной системы ГЛОНАСС и GPS для мониторинга автомобильного транспорта / В.Г. Евдокимов, С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца // Двойные технологии. – 2012. – №3. – С.26-29.
6. ГОСТ 7057-2001. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний = Agricultural tractors. Test methods : межгосударственный стандарт / Разработан техн. ком. по стандартизации ТК 275 "Тракторы". - Введен 2003-01-01 : Взамен ГОСТ 7057-81. - Москва : Изд-во стандартов, 2002. - III, 7 с.
7. Кривуца, З. Ф. Повышение эффективности транспортно-технологического обеспечения АПК Амурской области : диссертация ... доктора технических наук : 05.20.01 / Кривуца Зоя Федоровна; [Место защиты: Дальневост. гос. аграр. ун-т]. - Благовещенск, 2015. - 362 с. : ил.
8. Кривуца, З.Ф. Исследование топливной экономичности автомобилей в транспортно-технологическом обеспечении предприятий АПК / З.Ф. Кривуца // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3. – С. 107.
9. Щитов, С.В. Энергетическая оценка транспортно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственных культур / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца // Вестник «Красноярского государственного аграрного университета». – 2011. – № 11. – С. 180 – 185.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 20111617688. Оптимизация энергозатрат на транспортных работах / Щитов С.В., Ушаков Р.М., Кривуца З.Ф.; заявитель и правообладатель ДальГАУ. – № 20111615897, заявл. 3.08.2011; опубл. 3.10.2011. – 13 с.

**References**

1. Aldoshin, N.V., Egorov, R.V. Optimizatsiya transportnykh protsessov. Uchebnoe posobie (Optimization of Transport Processes. Textbook), Moskva, FGBOU VPO MG AU, 2011, 40 p.
2. Aldoshin, N.V., Pekhutov, A.S. Povyshenie proizvoditel'nosti pri perevozke sel'skokhozyaistvennykh грузов (Improvement of the Efficiency of Transport of Agricultural Goods), *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva*, 2012, No 4, PP. 26-27.
3. Shchitov, S.V., Krivutsa, Z.F. Povyshenie effektivnosti perevozki sel'skokhozyaistvennykh грузов (Improvement of the Efficiency of Transport of Agricultural Goods), *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva*, 2011, No 2, PP. 26-28.
4. Shchitov, S.V., Krivutsa, Z.F., Panova, E.V. Povyshenie proizvoditel'nosti avtopoezdov s pritsepnyimi sistemami v transportno-tekhnologicheskom obespechenii APK (Improving the Performance of Road Trains with Trailer Systems in the Transport and Technological Support of Agricultural Sector), *Nauchnoe obozrenie*, 2014, No 7, PP. 469-474.
5. Evdokimov, V.G., Shchitov, S.V., Krivutsa, Z.F. Ispol'zovanie navigatsionnoi sistemy GLONASS i GPS dlya monitoringa avtomobil'nogo transporta (Using the GLONASS Navigation System and GPS to Monitor Road Transport), *Dvoynye tekhnologii*, 2012, No 3, PP.26-29.
6. GOST 7057-2001. Traktory sel'skokhozyaistvennyye. Metody ispytaniy: mezhgosudarstvennyi standart (GOST 7057-2001 Agricultural Tractors. Test Methods: Interstate Standard), Razrabotan tekhn. kom. po standartizatsii TK 275 "Traktory", Vveden 2003-01-01, Vzamen GOST 7057-81, Moskva, Izd-vo standartov, 2002, III, 7 p.
7. Krivutsa, Z. F. Povyshenie effektivnosti transportno-tekhnologicheskogo obespecheniya APK Amurskoi oblasti (Improving the Efficiency of Transport and Technological Support of the Amur Region's Agro-Industrial Complex), dissertatsiya ... doktora tekhnicheskikh nauk: 05.20.01, Krivutsa Zoya Fedorovna, [Mesto zashchity: Dal'nevost. gos. agrar. un-t], Blagoveshchensk, 2015, 362 p., il.

8. Krivutsa, Z.F. Issledovanie toplivnoi ekonomichnosti avtomobilei v transportno-tekhnologicheskom obespechenii predpriyatii APK (Study of Fuel Efficiency of Vehicles in Transport and Technological Support of Agricultural Sector), *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, No 3, P. 107.

9. Shchitov, S.V., Krivutsa, Z.F. Energeticheskaya otsenka transportno-tekhnologicheskogo obespecheniya proizvodstva sel'skokhozyaistvennykh kul'tur (Energy Assessment of Transport and Technological Support for Crop Production), *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011, No 11, PP. 180 – 185.

10. Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii programmy dlya EVM № 2011617688. Optimizatsiya energozatrat na transportnykh rabotakh (Certificate of State Registration of the Computer Program № 2011617688. Optimization of Energy Consumption in Transport Operations), Shchitov S.V., Ushakov R.M., Krivutsa Z.F., zayavitel' i pravoobladatel' Dal'GAU, № 2011615897, zayavl. 3.08.2011, opubl. 3.10.2011, 13 p.

#### **Информация об авторах**

**Щитов Сергей Васильевич**, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры ТЭС и МАПК; ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»; 675005, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, тел. 89145571730, [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru);

**Кузнецов Евгений Евгеньевич**, д-р техн. наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов; ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»; 675005, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, тел. 89619523270, [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru);

**Кривуца Зоя Фёдоровна**, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой физики и информатики, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»; 675005, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, тел. 89146076608, [zfk20091@rambler.ru](mailto:zfk20091@rambler.ru);

**Евдокимов Вячеслав Гензельевич**, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры общетехнических дисциплин Дальневосточное высшее общевойсковое командное Краснознамённое, ордена Жукова училище имени Маршала Советского Союза К. К. Рокоссовского МО РФ; 657021, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Ленина, 158, тел. 89241480001, [evdokimov.dvku@mail.ru](mailto:evdokimov.dvku@mail.ru);

**Иванов Сергей Анатольевич**, д-р техн. наук, профессор, генеральный директор ООО «АГРОКОМ», 675000, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Ленина, д. 182/1; тел. 89244425552, [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru).

#### **Information about the authors**

**Sergey V. Shchitov**, Dr Tech. Sci., Professor; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia, 675005; 89145571730, [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru);

**Evgeny E. Kuznetsov**, Dr Tech. Sci., Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia, 675005; 89619523270, [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru);

**Zoya F. Krivutsa**, Dr Tech. Sci., Associate Professor; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia, 675005; 89146076608, [zfk20091@rambler.ru](mailto:zfk20091@rambler.ru);

**Vacheslav E. Evdokimov**, Dr Tech. Sci., Professor; The Marshal of the Soviet Union K. K. Rokossovsky Far Eastern Higher Combined Arms Command School of the Russian Armed Forces; 158, Lenina str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia, 657021; 89241480001, [evdokimov.dvku@mail.ru](mailto:evdokimov.dvku@mail.ru)

**Sergey A. Ivanov**, Dr Tech. Sci., Professor; executive director LLC AGROCOM; 182/1, Lenina str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia, 675000; 89244425552, [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru).