

**Применение теории графов в системе питания дизельного автотракторного двигателя**

**Игорь Евгеньевич Припоров**

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия.  
e-mail: i.priporov@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлено применение теории графа в системе питания дизельного автотракторного двигателя при разном сочетании технических устройств, что позволяет определить структуру техники по критерию экологичности дизельного топлива, а также снижения коксуемости рапсового масла на 0,2 %, себестоимости биотоплива на 10 % и экологической опасности производства.

**Ключевые слова:** теория графов; система питания дизеля; автотракторный двигатель; дизель; рапсовое масло; коксуемость; биотопливо.

**Для цитирования:** Припоров И. Е. Применение теории графов в системе питания дизельного автотракторного двигателя // Аграрный научный журнал. 2023. № 3. С. 136–139. [http: 10.28983/asj.y2023i3pp136-139](http://10.28983/asj.y2023i3pp136-139).

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

**Application of graph theory in the power system of a diesel tractor engine**

**Igor E. Priporov**

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia.  
e-mail: i.priporov@yandex.ru.

**Abstract.** The article presents the application of graph theory in the power system of a diesel autotractor engine with a different combination of technical devices, which allows us to determine the structure of technology according to the criterion of environmental friendliness of diesel fuel, as well as reducing the coking capacity of rapeseed oil by 0.2 %, the cost of biofuel by 10 % and the environmental hazard of production.

**Keywords:** graph theory; diesel power system; autotractor engine; diesel; rapeseed oil; coking capacity; biofuel.

**For citation:** Priporov I. E. Application of graph theory in the power system of a diesel tractor engine // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2023;(3):136–139. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i3pp136-139](http://10.28983/asj.y2023i3pp136-139).

**Введение.** Поиск новых видов топлив, которые будут альтернативой нефтяному, ведется в связи с его истощением и ростом дефицита нефти, что сопровождается повышением цен на топливо, а это в свою очередь влияет на производимую и перевозимую продукцию. Для дизельного топлива должна быть альтернатива [1], которая заменила нефтяное, но должно обладать физико-химическими свойствами, близкими к нему. В этом случае переход на новое топливо произойдет без значительных изменений в их конструкции и без существенных капиталовложений [2].

Альтернативные моторные топлива находят применение не только на транспорте, но и в сельском хозяйстве. В Европе планировалось перевести четверть автомобильного парка на альтернативные топлива [3] и их необходимость обусловлена истощением мировых запасов нефти, нарастающим дефицитом нефтепродуктов и повышением их стоимости. Другой причиной, по которой необходимо искать альтернативу является токсичность отработавших газов (ОГ) двигателей [4].

Перспективными является дизельное смесевое топливо, которому относится биоминеральные композиции, представляющие собой минеральное дизельное топливо и растительные масла в разных пропорциях. Данный вид топлив не требует модернизации выпускаемых и эксплуатируемых автотракторных дизелей. Основной проблемой их применения на тракторах сельскохозяйственного назначения является недостаточная приспособленность дизелей «классического» исполнения к работе в силу отличия его физических, теплотворных и эксплуатационных свойств от аналогичных свойств минерального ДТ [5].







Предположим, что система  $S$  [12] по Пат. № 2728586 имеет элементы  $a_1, a_{22}, a_{12}, a_6, a_{11}, a_{10}, a_8, a_9, a_2, a_7, a_{17}, a_{18}, a_5, a_{13}$  – ее окружение и элементы – технические устройства (1, 22, 12, 6, 11, 10, 8, 9, 2, 7, 17, 18, 5, 13). Введем символ  $r_{ij}$  для обозначения способа зависимости входных  $a_j$  от выходных величин элемента  $a_i$  и множество  $r_{ij}$  через  $R$ . Система определяется множеством  $S = \{A, R\}$  и образует систему.

Приготовление биотоплива происходит в смесителе, в качестве которого выступает кавитационный диспергатор (см. рис. 1, поз. 5) и реализуется процесс посредством порционного дозирования и смешивания:

$$PM + ДТ \rightarrow C, T, t, \rho = БДТ,$$

где  $C$  – соотношение рапсового масла и дизельного топлива;  $T$  – продолжительность перемешивания, мин;  $t$  – температура перемешивания, °С;  $\rho$  – плотность РМ и ДТ, кг/м<sup>3</sup>.

Цель работы кавитационного диспергатора – получение равномерного перемешивания дизельного топлива (ДТ) и рапсового масла (РМ) с получения биодизельного топлива (БДТ). В качестве контролируемого компонента в БДТ является количество рапсового масла при его подаче в диспергатор, происходящий по выражению (1). Готовое БДТ определяется полнотой растворения ДТ в РМ, их соотношением и временем перемешивания (30...40 мин) при постоянной температуре.

Проведенные теоретические исследования позволили разработать алгоритм процесса приготовления биотоплива (патент РФ № 2728586), который приведен на рис. 3.

Алгоритм основан на контроле качества перемешивания ДТ и РМ в кавитационном диспергаторе. Если перемешивание равномерное, то биодизельное топливо отправляют на хранение, если неравномерное, то его дополнительно перемешивают.

**Заключение.** Анализ в области системы питания дизельного автотракторного двигателя с добавлением растительных масел показал отсутствие системных исследований в данной области. Поэтому необходимо разработать математическую модель на базе теории общей системы питания дизельного автотракторного двигателя.

Применение теории графа позволяет спроектировать систему питания дизельного автотракторного двигателя при разном сочетании технических устройств и выявить структуру техники входящих в нее по критерию экологичности дизельного топлива, а также снижения коксуемости рапсового масла на 0,2 %, себестоимость биотоплива на 10 % и экологической опасности производства.

Приведенный алгоритм позволит управлять процессом приготовления биодизельного топлива на разработанной системе питания для тракторов семейства МТЗ при необходимой однородности.

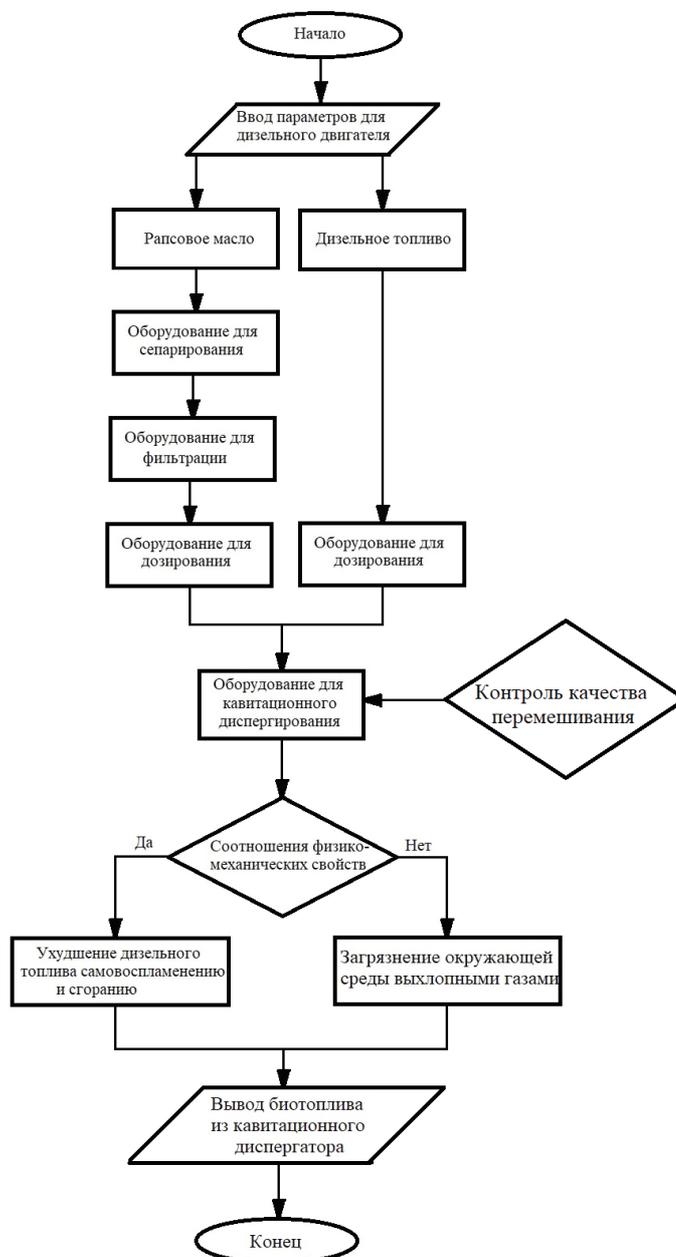


Рис. 3. Блок-схема алгоритма системы питания дизельного автотракторного двигателя по патенту РФ №2728586

1. Peters N., Bunce M., Blaxill H. The impact of engine displacement on efficiency loss pathways in a highly dilute jet ignition engine // *SAE Technical Papers*. 2019. Vol. 2019-April, № April. DOI: 10.4271/2019-01-0330.
2. Девянин С.Н., Марков В.А., Быковская Л.И., Маркова В.В. Использование рапсового масла в топливах для дизелей // *Транспорт на альтернативном топливе*. 2011. № 2 (20). С. 48–50. EDN: MJXSGW
3. Александров А.А., Марков В.А. и др. Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания. М., 2012. 790 с.
4. Васильев И.П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля. Луганск, 2009. 237с. EDN: QMGHDP
5. Уханов А.П., Уханов Д.А., Шеменев Д.С. Дизельное смесевое топливо. Пенза, 2012. 147 с.
6. Марков В.А., Гайворонский А.И., Девянин С.Н., Пономарев Е.Г. Рапсовое масло как альтернативное топливо для дизеля // *Автомобильная промышленность*. 2006. № 2. С. 1–3.
7. Panchuk M., Kryshchtopa S., Shlapak L., Kryshchtopa L., Panchuk A., Yarovy V., Śladkowski A. Main trends of biofuels production in Ukraine // *Transport Problems*. 2017. Vol. 12. № 4. P. 15–26. DOI: 10.20858/tp.2017.12.4.2.
8. Iskandarov U., Kim H.J., Cahoon E.B. Camelina: an emerging oilseed platform for advanced biofuels and biobased materials. In book: *Plants and BioEnergy*. 2014. P. 131–140. DOI:10.1007/978-1-4614-9329-7\_8.
9. Матиевский Д.Д., Кулманаков С.П., Лебедев С.В., Шашев А.В. Применение топлива на основе рапсового масла в дизелях // *Ползуновский вестник*. 2006. № 4–1. С. 118–127. EDN: KZCIUJ.
10. Селиванов Н.И., Доржеев А.А. Технология производства и эффективность использования смесевое топлива на основе рапсового масла // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2015. № 5(104). С. 81–85. EDN: UCSWIJ.
11. Кононюк А.Е. Системология. Общая теория систем. В 4 кн. Кн 1. Киев, 2014. 564 с.
12. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. М., 1974. С. 93–245.

## REFERENCES

1. Peters N., Bunce M., Blaxill H. The impact of engine displacement on efficiency loss pathways in a highly dilute jet ignition engine. *SAE Technical Papers*. 2019; 2019-April; № April. DOI: 10.4271/2019-01-0330.
2. Devyanin S.N., Markov V.A., Bykovskaya L.I., Markova V.V. The use of rapeseed oil in diesel fuels. *Transport on alternative fuel*. 2011; 2 (20): 48–50. (In Russ.)
3. Alexandrov A.A., Markov V.A. et al. Alternative fuels for internal combustion engines. Moscow, 2012. 790 p. (In Russ.)
4. Vasiliev I.P. The influence of vegetable fuels on the environmental and economic indicators of diesel. Lugansk, 2009. 237с.
5. Ukhanov A.P., Ukhanov D.A., Shemenyev D.S. Diesel mixed fuel. Penza, 2012. 147 p. (In Russ.)
6. Markov V.A., Gaivoronsky A.I., Devyanin S.N., Ponomarev E.G. Rapeseed oil as an alternative fuel for diesel. *Automotive industry*. 2006; 2: 1–3. (In Russ.)
7. Panchuk M., Kryshchtopa S., Shlapak L., Kryshchtopa L., Panchuk A., Yarovy V., Śladkowski A. Main trends of biofuels production in Ukraine. *Transport Problems*. 2017; 12; 4: 15–26. DOI: 10.20858/tp.2017.12.4.2.
8. Iskandarov U., Kim H.J., Cahoon E.B. Camelina: an emerging oilseed platform for advanced biofuels and biobased materials. *Plants and BioEnergy*. 2014: 131–140. DOI:10.1007/978-1-4614-9329-7\_8.
9. Matievsky D.D., Kulmanakov S.P., Lebedev S.V., Shashev A.V. The use of fuel based on rapeseed oil in diesels. *Polzunovsky vestnik*. 2006; 4–1: 118–127. (In Russ.)
10. Selivanov N.I., Dorzheev A.A. Production technology and efficiency of using mixed fuel based on rapeseed oil. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2015; 5(104): 81–85. (In Russ.)
11. Kononyuk A.E. Systemology. Sistemologiya. Obshchaya teoriya sistem [General theory of systems]. In 4 books. Book 1. Kiev, 2014. 564 p.
12. Sadovsky V.N. Foundations of the general theory of systems. Moscow, 1974: 93–245.

Статья поступила в редакцию 2.08.2022; одобрена после рецензирования 8.09.2022; принята к публикации 18.09.2022.

The article was submitted 2.08.2022; approved after reviewing 8.09.2022; accepted for publication 18.09.2022.

