



Digitally signed by  
Technical Scientific  
Library, TUJ  
Reason: I attest to the  
accuracy and integrity of  
this document

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI**

**FACULTATEA INGINERIE MECANICĂ, INDUSTRIALĂ ȘI  
TRANSPORTURI  
DEPARTAMENTUL TRANSPORTURI**

**ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

**Методические указания  
по выполнению лабораторных работ**



**2026**

**CZU 621.43(076.5)**

**Д 443**

Работа была обсуждена и принята к изданию на заседании Совета факультета Инженерной Механики, Промышленности и Транспорта от 09.04.2026 протокол №4.

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине *«Двигатели внутреннего сгорания»* соответствуют требованиям образовательной программы и предназначены для студентов специальностей 0716.1 *«Дорожные транспортные средства»* и 0716.4 *«Аграрная инженерия»*.

В то же время данная работа в равной степени адресована студентам других специальностей, связанных с сельскохозяйственными машинами, строительными машинами, оснащёнными двигателями внутреннего сгорания, и аналогичной техникой. Материал может быть частично полезен также учащимся центров передового опыта и профильных колледжей, а также специалистам в области автомобильного транспорта.

Авторы: др. тех. наук, конф. унив. Владимир ГОЯН  
унив. преподаватель Василе ПЛЭМЭДЯЛЭ  
унив. преподаватель Едуард БАНАРЬ  
унив. преподаватель Оливиан ПЭДУРЕ  
унив. преподаватель Вадим НАНТОЙ

**DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM**

**Двигатели внутреннего сгорания:** Методические указания по выполнению лабораторных работ / авторы: Владимир Гоян, Василе Плэмэдялэ, Едуард Банарь [и др.]; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, Departamentul Transporturi.

– Chișinău: Tehnica-UTM, 2026. – 87 p.: fig., tab.

Aut. indicați pe verso p. de tit. – Bibliogr.: p. 80-84 (39 tit.). – 25 ex.

## СОКРАЩЕНИЯ

*СН* – углеводороды

*СО<sub>2</sub>* – диоксид углерода

*СО* – оксид углерода

*ГОСТ* – государственный стандарт

*Н<sub>2</sub> О* – вода

*Hg* – ртуть

*ДВС* – двигатель с воспламенением от сжатия (дизельный двигатель)

*ДИЗ* – двигатель с искровым зажиганием

*N<sub>2</sub>* – азот

*N<sub>2</sub> О* – закись азота

*NO<sub>x</sub>* – оксиды азота

*O<sub>2</sub>* – кислород

*НМТ* – нижняя мёртвая точка

*ВМТ* – верхняя мёртвая точка

*ОКВ* – обороты коленчатого вала

## ВВЕДЕНИЕ

Широкое распространение в автомобилестроении получили двигатели внутреннего сгорания. Эти двигатели характеризуются компактностью, высокой экономичностью, длительным сроком эксплуатации и находят применение также в различных отраслях народного хозяйства.

В настоящее время особое внимание уделяется снижению токсичности и количества вредных газов, выбрасываемых в атмосферу, а также уменьшению уровня шума, создаваемого двигателями.

Успешное применение двигателей внутреннего сгорания, разработка экспериментальных конструкций и повышение показателей мощности и экономичности стали в значительной степени возможны благодаря исследованиям и развитию теории рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания.

Отдельное рассмотрение процессов, протекающих в двигателях, и их расчет позволяют определить показатели цикла, мощность и экономичность, а также давление газов, действующих в над поршневым пространстве, в зависимости от угла поворота коленчатого вала. На основании расчетов становится возможным определение основных размеров двигателя и проверка прочности его основных деталей.

Режим работы автомобильного двигателя характеризуется совокупностью эксплуатационных показателей, таких как нагрузка, частота вращения коленчатого вала, тепловое состояние и др. В зависимости от условий эксплуатации и функциональных особенностей автотранспортного средства режим работы двигателя изменяется.

Основным фактором, характеризующим режим работы двигателя, является эффективная мощность  $P_e$ , которая, в свою очередь, зависит от эффективного крутящего момента

$M_e$  и угловой скорости вращения  $\omega_e$ , соответственно частоты вращения коленчатого вала  $n_e$ , согласно соотношению:

$$P_e = M_e \cdot \omega_e = M_e \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n_e}{60}, \text{ кВт}, \quad (1)$$

где:  $\pi$  — математическая постоянная,  $\pi = 3,14159$ .

В процессе эксплуатации крутящий момент двигателя и частота вращения коленчатого вала изменяются в широких пределах. Минимальная частота вращения ограничивается условиями устойчивой работы двигателя, а максимальная — качеством процесса газообмена, тепловой нагруженностью основных деталей, возрастанием инерционных сил и увеличением механических потерь.

При каждом режиме частоты вращения крутящий момент двигателя может изменяться от нуля до максимальных значений. Режим работы, при котором эксплуатационные показатели двигателя, а именно частота вращения, крутящий момент, тепловое состояние и другие параметры, не изменяются во времени, называется *установившимся режимом*. Если же хотя бы один из указанных параметров изменяется во времени, режим работы называется *переходным*.

Для двигателей автотранспортных средств переходный режим работы является преобладающим, поскольку автомобили эксплуатируются при скоростях и нагрузках, изменяющихся в очень широких пределах, что, в свою очередь, обуславливает работу установленных на них двигателей в режимах переменной частоты вращения и переменной нагрузки.

Работа автомобильного двигателя в переходном режиме характеризуется пониженной экономичностью, что обусловлено инерционными потерями, ухудшением процессов смесеобразования и сгорания, обогащением рабочей смеси при замедлении и другими факторами.

Обеспечение большей доли установившихся режимов за счёт создания соответствующих условий эксплуатации позволяет повысить экономичность работы автомобильных двигателей.

Не следует также пренебрегать возможными перегрузками в процессе эксплуатации, а также способностью двигателя преодолевать такие перегрузки. При высоких значениях мощности необходимо учитывать и продолжительность работы двигателя, в течение которой он способен развивать эффективную мощность заданного уровня, поскольку термодинамические нагрузки и особенности протекания процессов в двигателе могут обуславливать временное ограничение данного режима работы.

Эксплуатация автомобиля осуществляется в условиях разнообразных режимов нагрузки, скорости и дорожных условий. В любой момент времени тяговое усилие двигателя должно соответствовать требованиям по обеспечению движения автомобиля с заданной скоростью, гарантируя при этом высокие динамические показатели и экономичность.

Для определения технико-экономических параметров работы двигателя в различных условиях эксплуатации используются так называемые характеристики двигателя.

Характеристика двигателя внутреннего сгорания представляется в виде графического отображения изменения основных показателей его работы – *мощности, крутящего момента, часового и удельного расхода топлива* и др. – в зависимости от параметров режима функционирования: нагрузки, частоты вращения, скорости, регулирования состава топливной смеси, регулирования угла опережения зажигания и т. п.

Характеристики двигателя служат для определения показателей мощности, экономичности и экологичности. Наиболее важные характеристики двигателя позволяют оценить его работу, эффективность использования,

техническое состояние и качество ремонта, сравнивать различные двигатели между собой, а также делать выводы о направлениях совершенствования конструкции новых двигателей.

Основными характеристиками двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств являются: *регулирующая характеристика, нагрузочная характеристика, скоростная характеристика, детонационная характеристика, характеристика холостого хода, характеристика механических потерь, токсическая характеристика* и др.

Основная цель лабораторных работ заключается в усвоении и закреплении знаний, полученных при изучении теории рабочих процессов двигателя внутреннего сгорания. В соответствии с учебной программой дисциплины «*Двигатели внутреннего сгорания*» студент должен *освоить* влияние конструктивных параметров и режимов эксплуатации на процессы функционирования двигателя, современные методы улучшения его технико-экономических показателей и характеристик, а также *уметь* выполнять расчёт основных показателей и определять характеристики двигателя внутреннего сгорания в условиях автотранспортных и ремонтных предприятий.

## СОДЕРЖАНИЕ

СОКРАЩЕНИЯ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	8
Лабораторная работа №1	
Снятие регулировочной характеристики по составу горючей смеси двигателя с искровым зажиганием.....	46
Лабораторная работа №2	
Снятие регулировочной характеристики по углу опережения зажигания (момента образования искры) двигателя с искровым зажиганием.....	52
Лабораторная работа №3	
Снятие нагрузочной характеристики двигателя.....	58
Лабораторная работа №4	
Снятие скоростной характеристики двигателя.....	63
Лабораторная работа №5	
Снятие характеристики механических потерь двигателя.....	68
Лабораторная работа №6	
Снятие характеристики холостого хода (режима холостого хода).....	75
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ БИБЛИОГРАФИЯ.....	80
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	85



## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Indicații metodice privind efectuarea lucrărilor de laborator. Chișinău, UTM, 2024. 112 p. ISBN 978-9975-64-416-7.
2. Bobescu Gh. ș.a. Motoare pentru automobile și tractoare. Teorie și caracteristici. Volumul I. Chișinău, 1997. 239 p. ISBN 9975-910-17-3.
3. Ene V. Îndrumar metodic pentru îndeplinirea lucrărilor de laborator la disciplina „Motoare auto”. Chișinău, 2008. 44 p.
4. Goian V., Plămădeală V., Menținerea mijloacelor de transport. Curs universitar. Volumul 1. Editura „Tehnica-UTM”. Chișinău 2023, 439 p. ISBN 978-9975-45-942-6, ISBN 978-9975-45-943-3 (PDF).
5. Goian V., Plămădeală V., Beiu I., Tezec Iu. Indicații metodice privind efectuarea lucrărilor de laborator „Menținerea mijloacelor de transport”, Chișinău, UTM, 2022. 132 p. ISBN 978-9975-45-849-8 (PDF).
6. Тезек Ю., Гоян В., Плэмэдялэ В., Бєю И., Методические указания по выполнению лабораторных работ „Техническая эксплуатация транспортных средств”, Chișinău, UTM, 2022. 159 p. ISBN 978-9975-45-848-1 (PDF).
7. Goian V., Plămădeală V., Beșleagă I. Corpocean A. Diagnosticarea tehnică a autovehiculelor. Diagnosticarea tehnică a motorului autovehiculului. Suport de curs. Editura „Tehnica-UTM”. Chișinău 2025, 372 p. ISBN 978-9975-64-550-8 (PDF).
8. Ustrojstvo avtomobilej. Karakteristiki dvigatelej. Disponibil online: [http://k-a-t.ru/PM.01\\_mdk.01.01/4\\_dvs\\_ispytanie\\_obkatka3/index.shtml](http://k-a-t.ru/PM.01_mdk.01.01/4_dvs_ispytanie_obkatka3/index.shtml).
9. Kalimullin R. F., Kovalenko S. Yu. Stendovy'e ispy'taniya avtomobil'ny'x dvigatelej: metodicheskie ukazaniya k laboratorny'm rabotam. Orenburg, 2012. 103 s.

10. Dvigateli avtomobil'ny'e. Metody' stendovy'x ispy'tanij. GOST 14846-81. Moskva, 2003. 42 s.
11. Dvigateli avtomobil'ny'e. Metody' stendovy'x ispy'tanij. GOST 14846-81. Disponibil online: <https://docs.cntd.ru/document/1200009997>.
12. Dizeli traktorny'e i kombajnovy'e. Metody' stendovy'x ispy'tanij. GOST 18509-88. Moskva, 1988. 77 s.
13. Dizeli traktorny'e i kombajnovy'e. Metody' stendovy'x ispy'tanij. GOST 18509-88. Disponibil online: <https://docs.cntd.ru/document/1200010002>.
14. Bilyk O. V., Moiseev E. A., Ponomareva O. A. Avtomobil'ny'e dvigateli. Metodicheskie rekomendaczii k laboratorny'm rabotam dlya studentov speczial'nostej 1-37 01 06 „Texnicheskaya e'kspluatacziya avtomobilej (po napravleniyam)” i 1-37 01 07 „Avtoservis” ochnoj i zaochnoi formy' obucheniya. Mogilev, 2023. 44 s.
15. Bobescu Gh. ș.a. Motoare pentru automobile și tractoare. Dinamică, calcul și construcție. Volumul II. Chișinău, 1998. 409 p. ISBN 9975-910-27-0.
16. Plămădeală V., Goian V., Beiu I. Indicații metodice privind efectuarea lucrării de an și lucrărilor practice „Motoare cu ardere internă”, Partea 1: Calculul termic al motorului. Chișinău, UTM, 2023. 119 p. ISBN 978-9975-45-921-1. ISBN 978-9975-45-922-8 (PDF).
17. Plămădeală V., Goian V. Indicații metodice privind efectuarea lucrării de an și lucrărilor practice „Motoare cu ardere internă”, Partea 2: Calculul pieselor principale ale motorului. Chișinău, UTM, 2023. 221 p. ISBN 978-9975-45-921-1. ISBN 978-9975-45-923-5 (PDF).
18. Plămădeală V., Goian V., Indicații metodice privind efectuarea lucrării de an și lucrărilor practice „Motoare cu ardere internă”, Partea 3: Calculul pieselor instalațiilor motorului. Chișinău, UTM, 2023. 142 p. ISBN 978-9975-45-921-1. ISBN 978-9975-45-924-2 (PDF).

19. Plămădeală V., Beiu I. Indicații metodice privind efectuarea lucrării de an și lucrărilor practice la disciplina „Motoare auto”. Chișinău, 2015. 92 p. ISBN 978-9975-125-36-9.
20. Plămădeală V., Beiu, I. Indicații metodice privind efectuarea lucrării de an și lucrărilor practice la disciplina „Motoare termice pentru tracțiunea feroviară”. Chișinău, 2015. 96 p. ISBN 978-9975-45-387-5.
21. Плэмэдылэ В., Гоян В., Бею И. Методические указания по выполнению курсовой и практических работ „Двигатели внутреннего сгорания”, Часть 1: Тепловой расчет двигателя. Chișinău, UTM, 2023. 123 p. ISBN 978-9975-45-925-9. ISBN 978-9975-45-926-6 (PDF).
22. Rotaru I., Plămădeală V., Pădure O., Beiu I., Indicații metodice privind efectuarea lucrărilor de laborator la disciplina „Dinamica autovehiculelor”. Chișinău, UTM, 2022. 66 p. ISBN 978-9975-45-775-0.
23. Плэмэдылэ В., Ротару И., Пэдуре О., Гоян В. Методические указания по выполнению лабораторных работ „Динамика автомобилей”. Chișinău, UTM, 2022. 71 p. ISBN 978-9975-45-783-5.
24. Gaiginschi I., Zatreanu Gh. Motoare cu ardere internă, construcție și calcul. Volumul 1-2. Iași, 1995. 737 p. ISBN 973-9178-19-7.
25. Rakosi E., Roșca R., Manolache Gh. Ghid de proiectare a motoarelor cu ardere internă pentru automobile. Iași, 2004. 193 p. ISBN 973-621-085-5.
26. Kolchin A. I., Demidov V. P. Raschyot avtomobil'ny'x i traktorny'x dvigatelej. Izdanie chetvyortoe stereotipnoe. Moskva, 2008. 496 s. ISBN 978-5-06-003828-6.
27. Plămădeală V., Voițehovschi D., Poroseatcovschi V., Influența regimurilor de funcționare ale motorului asupra toxicității gazelor de eșapament. Conferința Științifică Internațională „Transport: economie, inginerie și management”. Chișinău, 29-30 octombrie 2010, UTM, p. 168-171. ISBN 978-9975-45-145-1.

28. Plămădeală V., Rotaru I., Poroseatcovschi V., Metodica încercării la stand a motorului privind toxicitatea emisiilor gazelor de eşapament. Conferința națională științifico-practică cu participare internațională „Transport: economie, inginerie și management”. Chișinău, 26-27 octombrie 2012, UTM, p. 97-104. ISBN 978-9975-45-219-9.
29. Corpocean A., Rotaru I., Plămădeală, V. Ecologizarea sistemului Om-Automobil-Mediu. Manual. Editura „Tehnica-UTM”. Chișinău 2016, 350 p. ISBN 978-9975-45-445-2.
30. Plămădeală V., Corpocean A., Rotaru I., Goian V. Ecologizarea sistemului Om – Automobil – Mediu. Indicații metodice privind efectuarea lucrărilor practice. Editura „Tehnica-UTM”. Chișinău 2024, 238 p. ISBN 978-9975-64-410-5 (PDF).
31. Crăciun A., Ene V., Plămădeală V., Beiu I., Cercetări cu privire la utilizarea ozonului în motoarele cu ardere internă în scopul reducerii emisiilor nocive. Studia Universitatis. 2010, nr. 6, p. 145 – 148. ISSN 1857-1735.
32. Crăciun A., Ene V., Plămădeală V., Beiu I., Reducerea emisiilor nocive ale motoarelor cu ardere internă prin utilizarea ozonului în formarea amestecului de ardere. Studia Universitatis. 2012, nr. 1, p. 147 – 151. ISSN 1814-3237.
33. Banari E. Evaluarea performanțelor ecologice ale motorului cu aprindere prin comprimare alimentat cu diverse tipuri de combustibili. În: Știința agricolă, UASM, Chișinău, 2022, nr. 1, p. 92-96, 0,44 c.a., ISSN 1857-0003.
34. Banari E. Study in the field of reducing the harmfulness of a biodiesel powered engine. În: Conferința „Life sciences in the dialogue of generations: connections between universities, academia and business community”, 2 Chișinău, Moldova, 29-30 septembrie 2022, ISBN 978-9975-159-80-7.
35. Banari E. Studies abouts the energy and economic performances of the DC4 11.0/12.5 biodiesel combustion engine. În: Ingineria Automobilului, nr. 66 / martie 2023, p. 22-24, România, ISSN 1842 – 4074.

36. Дикий А. А., Воляк П. С., Банарь Э. П. Математическое моделирование энергетических и экономических параметров двигателя 4DC-125/110 работающего на различных видах топлива на основании теплового расчета. В: Общегосударственный межведомственный научно-технический сборник. Конструирование, производство и эксплуатация сельскохозяйственных машин. Вып. 49, с. 75-82, 2019, ISSN 2414-3820, г. Кропивницкий.
37. Lăcustă I., Novorojdin D., Beșleagă Ig și alții. Bazele teoretice ale automobilelor. Chișinău: Print-Caro, 2018, 226p, 14,12 с.а. ISBN 978-9975-56-511-0.
38. Beșleagă Ig., Gadibadi M. Study of the wear parameters of the physico-chemical and exploitation indicators of the engine oil when it is supplied with biofuel. În: OP Conf. Series: Materials Science and Engineering, The XXXI-st SIAR International Congress of Automotive and Transport Engineering "Automotive and Integrated Transport Systems – AITS 2021". 28-30 Octombrie 2021, Congresului Internațional - AITS 2021, Universitatea Tehnică din Moldova, ISSN 1220 (2022) 012007, doi:10.1088/1757-899X/1220/1/012007.
39. Avtomobil'ny'j spravochinik. Ispy'taniya na toksichnost' otrbotavshix gazov na stende s begovy'mi barabanami. Disponibil online: <https://press.ocenin.ru/ispytaniya-na-toksichnost-otrabotavsh/>.