



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ
З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

О. М. Кондратенко



МЕТРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ
КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРІАЛЬНОГО
ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ
БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОРШНЕВИХ
ДВИГУНІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Монографія

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
Національний університет цивільного захисту України

О. М. Кондратенко

**МЕТРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ
КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРІАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ
РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
ПОРШНЕВИХ ДВИГУНІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ
УСТАНОВОК**

Харків 2019

УДК 504.064.4 : 621.431 : 389.14 : 528.088
ББК 39.354 : 20.18
К64

О. М. Кондратенко, канд. техн. наук

Рецензенти:

д-р техн. наук, професор **І. В. Парсаданов**,
д-р техн. наук, професор **О. П. Строков**,
канд. техн. наук, ст. наук. співроб. **А. М. Левтеров**

Затверджено на засіданні вченої ради НУЦЗУ
як монографію (протокол № 9 від 23 травня 2019 року)

Кондратенко, О. М.

К64

Метрологічні аспекти комплексного критеріального оцінювання рівня екологічної безпеки експлуатації поршневих двигунів енергетичних установок [Текст] : монографія / О. М. Кондратенко. – Х. : Стиль-Издат (ФОП Бровін О.В.), НУЦЗ України, 2019. – 532 с.

ISBN 978-617-7738-33-5

Монографію присвячено питанням виявлення та розрахункового оцінювання метрологічних аспектів, зокрема інструментальної та методичної точності, формули перерахунку та комплексного паливно-екологічного критерію проф. І.В. Парсаданова, як основи для оцінювання ефективності функціонування системи управління екологічної безпеки процесу безаварійної експлуатації енергетичних установок з поршневим двигуном внутрішнього згоряння у процесі забезпечення законодавчо встановленого значення показників, що характеризують рівень екологічної безпеки вказаного процесу. Також у монографії висвітлено питання вдосконалення методологічних основ застосування комплексного паливно-екологічного критерію за напрямками, що відповідають концепції такого вдосконалення

Для наукових та інженерно-технічних працівників, аспірантів, ад'юнктів, студентів, курсантів та слухачів, які навчаються за спеціальностями «Автомобільний транспорт», «Двигуни внутрішнього згоряння», «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища».

Монографія доступна для ознайомлення у цифровому репозитарії НУЦЗУ за адресою <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/36>

Іл. 277 Табл. 214. Бібліогр.: 92 назв.

УДК 504.064.4 : 621.431 : 389.14 : 528.088
ББК 39.354 : 20.18

ISBN 978-617-7738-33-5

© Кондратенко О.М., 2019
© Національний університет цивільного захисту України, 2019

STATE EMERGENCY SERVICE of UKRAINE
National University of Civil Defence of Ukraine

O. M. Kondratenko

**METROLOGICAL ASPECTS OF COMPLEX
CRITERIA-BASED ASSESSMENT OF ECOLOGICAL
SAFETY LEVEL OF EXPLOITATION OF PISTON
ENGINES OF POWER PLANTS**

Kharkiv 2019

UDC 504.064.4 : 621.431 : 389.14 : 528.088
BBC 39.354 : 20.18
K64

O. M. Kondratenko, PhD (Tech.)

Reviewers:

Dr.Sci. (Tech.), Professor **I. V. Parsadanov**,
Dr.Sci. (Tech.), Professor **O. P. Strokov**,
Cand.Sci. (Tech.), Senior Researcher **A. M. Levterov**

Approved at a session of the Academic Council of NUCD of Ukraine
as monograph (protocol № 9 on May 23, 2019)

K64 **Kondratenko O. M.** (2019), Metrological aspects of complex criteria-based assessment of ecological safety level of exploitation of reciprocating engines of power plants : Monograph [Metrologichni aspekty kompleksnogo kryterial'nogo otcinjuvannja rivnja ekologichnoji bezpeky ekspluatatsiji porshnevnyh dvyguniv energetychnykh ustanovok : Monografija], Publ. Style-Izdat (FOP Brovin O.V.), NUCP of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, 532 p. [in Ukrainian].

ISBN 978-617-7738-33-5

This monograph is devoted to the issues of identification and calculated estimation of metrological aspects, in particular instrumental and methodical accuracy, of the conversion formula and complex fuel and ecological criterion prof. I.V. Parsadanov, as the basis for assessment of efficiency of operation of the ecological safety management system for the accident-free exploitation process of power plants with a reciprocating internal combustion engine in the process of ensuring of legislative established magnitudes of indicators which are characterized the level of ecological safety of worded above process. The monograph also highlights the issues of improving the methodological bases of application of the complex fuel and ecological criterion in the directions corresponding to the concepts of such improvement

The monograph will be useful for scientific and engineering workers, graduate and postgraduate students, cadets and listeners who study in the fields of «Automobile Transport», «Internal Combustion Engines», «Ecology» and «Environmental Protection Technologies».

The monograph is available for viewing at the digital repository of NUCDU at the address <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/36>

Illustrations 277. Tables 214. Bibliography: 92 items.

UDC 504.064.4 : 621.431 : 389.14 : 528.088
BBC 39.354 : 20.18

ISBN 978-617-7738-33-5

© Kondratenko O.M., 2019
© National University of Civil
Defence of Ukraine, 2019

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| Список умовних позначень і скорочень | 17 |
| Передмова | 21 |
| Вступ | 29 |
| Глава 1. МЕТРОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУЛИ ПЕРЕРАХУНКУ проф. І.В. Парсаданова | 51 |
| Преамбула | 51 |
| Розділ 1.1. Інструментальна точність формули перерахунку для різних одиниць вимірювання показників димності відпрацьованих газів ПДВЗ | 53 |
| 1.1.1. <i>Постановка задачі та аналіз літературних джерел</i> | 53 |
| 1.1.2. <i>Аналіз математичного апарату формули перерахунку проф. І.В. Парсаданова</i> | 55 |
| 1.1.3. <i>Методика розрахункового оцінювання інструментальної точності отримання величини масового годинного викиду ТЧ з потоком ВГ за обраною формулою перерахунку</i> | 57 |
| 1.1.4. <i>Виявлення впливу типу одиниць вимірювання показників димності ВГ на інструментальну точність обраної формули перерахунку</i> | 59 |
| 1.1.5. <i>Виявлення впливу умовного сукупного класу точності ЗВТ на усереднені значення інструментальної точності обраної формули перерахунку</i> | 79 |
| 1.1.6. <i>Методика розрахункового оцінювання інструментальної точності отримання величини питомого ефективного масового годинного викиду ТЧ з потоком ВГ за обраною формулою перерахунку</i> | 83 |
| 1.1.7. <i>Верифікація отриманих значень інструментальної точності отримання величини масового годинного викиду ТЧ з потоком ВГ</i> | 93 |
| 1.1.8. <i>Висновки по розділу</i> | 95 |
| Розділ 1.2. Аспекти методичної точності формули перерахунку з урахуванням значень її емпіричних коефіцієнтів для ПДВЗ різних типів | 97 |
| 1.2.1. <i>Постановка задачі та аналіз літературних джерел</i> | 97 |
| 1.2.2. <i>Методика розрахункового оцінювання методичної точності застосування формули перерахунку з урахуванням похибки визначення значень її емпіричних коефіцієнтів</i> | 98 |
| 1.2.3. <i>Розрахункове оцінювання методичної точності застосування формули перерахунку з урахуванням похибки визначення значень її емпіричних коефіцієнтів</i> | 101 |

| | |
|---|-----|
| 1.2.4. <i>Розрахункове оцінювання методичної точності застосування формули перерахунку з урахуванням похибки визначення значень її емпіричних коефіцієнтів, для всього діапазону її зміни</i> | 112 |
| 1.2.5. <i>Висновки по розділу</i> | 117 |

Розділ 1.3. Дослідження співвідношення коефіцієнтів ефективності роботи ФТЧ з використанням формули перерахунку **118**

| | |
|---|-----|
| 1.3.1. <i>Постановка проблеми</i> | 118 |
| 1.3.2. <i>Аналіз літературних джерел</i> | 119 |
| 1.3.3. <i>Аналіз і розрахункове дослідження формули перерахунку проф. І.В. Парсаданова</i> | 119 |
| 1.3.4. <i>Аналіз співвідношення значень коефіцієнтів ефективності роботи ФТЧ за димністю і токсичністю відпрацьованих газів ПДВЗ та викидом ТЧ з їх потоком</i> | 122 |
| 1.3.5. <i>Висновки по розділу</i> | 129 |

Глава 2. МЕТРОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КОМПЛЕКСНОГО ПАЛИВНО-ЕКОЛОГІЧНОГО КРИТЕРІЮ проф. І.В. Парсаданова **131**

Преамбула **131**

Розділ 2.1. Інструментальна точність комплексного паливно-екологічного критерію **133**

| | |
|---|-----|
| 2.1.1. <i>Постановка задачі та аналіз літературних джерел</i> | 133 |
| 2.1.2. <i>Аналіз математичного апарату комплексного паливно-екологічного критерію проф. І.В. Парсаданова</i> | 134 |
| 2.1.3. <i>Методика розрахункового оцінювання інструментальної складової відносної результуючої систематичної похибки отримання значень комплексного паливно-екологічного критерію та його складових</i> | 136 |
| 2.1.4. <i>Результати розрахункового оцінювання інструментальної точності комплексного паливно-екологічного критерію та їх аналіз</i> | 141 |
| 2.1.5. <i>Результати розрахункового оцінювання усереднених значень інструментальної складової результуючої відносної похибки визначення значень комплексного паливно-екологічного критерію та їх аналіз</i> | 156 |
| 2.1.6. <i>Виявлення впливу умовного сукупного класу точності ЗВТ на усереднені значення інструментальної точності визначення значень комплексного паливно-екологічного критерію</i> | 162 |
| 2.1.7. <i>Висновки по розділу</i> | 165 |

| | |
|--|------------|
| Розділ 2.2. Аспекти методичної точності комплексного паливно-екологічного критерію з урахуванням виду моторного палива та умов експлуатації ПДВЗ | 167 |
| 2.2.1. <i>Постановка задачі та аналіз літературних джерел</i> | 167 |
| 2.2.2. <i>Методика розрахункового оцінювання методичної точності отримання значень комплексного паливно-екологічного критерію з урахуванням фіксованого значення похибки визначення значень складених складових критерію</i> | 168 |
| 2.2.3. <i>Розрахункове оцінювання методичної точності отримання значень комплексного паливно-екологічного критерію з урахуванням фіксованого значення похибки визначення значень складених складових критерію</i> | 172 |
| 2.2.4. <i>Розрахункове оцінювання методичної точності отримання значень комплексного паливно-екологічного критерію з урахуванням параметрів моторного палива і умов експлуатації ПДВЗ</i> | 183 |
| 2.2.5. <i>Висновки по розділу</i> | 193 |

| | |
|--|------------|
| Глава 3. МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ПАЛИВНО-ЕКОЛОГІЧНОГО КРИТЕРІЮ проф. І.В. Парсаданова | 195 |
| Преамбула | 195 |

| | |
|--|------------|
| Розділ 3.1. Визначення вагомості паливної складової комплексного паливно-екологічного критерію | 197 |
| 3.1.1. <i>Постановка задачі та аналіз літературних джерел</i> | 197 |
| 3.1.2. <i>Методика розрахункового оцінювання вагомості паливної складової комплексного паливно-екологічного критерію</i> | 198 |
| 3.1.3. <i>Розрахункове оцінювання вагомості паливної складової комплексного паливно-екологічного критерію для базового варіанту</i> | 211 |
| 3.1.4. <i>Виявлення впливу на значення вагомості паливної складової комплексного паливно-екологічного критерію параметрів моторного палива і умов експлуатації ПДВЗ ..</i> | 219 |
| 3.1.5. <i>Визначення інтегрального коефіцієнта вагомості паливної складової паливно-екологічного критерію</i> | 237 |
| 3.1.6. <i>Визначення впливу на значення інтегрального коефіцієнту вагомості паливної складової комплексного паливно-екологічного критерію параметрів моторного палива і умов експлуатації ПДВЗ</i> | 242 |
| 3.1.7. <i>Висновки по розділу</i> | 249 |

| | |
|---|------------|
| Розділ 3.2. Визначення впливу на значення коефіцієнта вагомості паливної складової комплексного паливно-екологічного критерію техніко-економічних та екологічних показників роботи ПДВЗ | 254 |
| 3.2.1. <i>Постановка задачі та аналіз літературних джерел</i> | 254 |
| 3.2.2. <i>Методика розрахункового визначення впливу техніко-економічних та екологічних показників роботи ПДВЗ на значення коефіцієнту вагомості витрат палива як фактора ЕкБ процесу безаварійної експлуатації ЕУ з ним .</i> | 256 |
| 3.2.3. <i>Аналіз проміжних результатів дослідження</i> | 265 |
| 3.2.4. <i>Аналіз основних результатів дослідження</i> | 280 |
| 3.2.5. <i>Висновки по розділу</i> | 290 |
| | |
| Розділ 3.3. Вибір формули для отримання середньоексплуатаційних значень комплексного паливно-екологічного критерію за його порежимними значеннями, апроксимованими на всій області робочих режимів ПДВЗ | 292 |
| 3.3.1. <i>Постановка задачі та аналіз літературних джерел</i> | 292 |
| 3.3.2. <i>Аналіз номенклатури формул для отримання середнього значення фізичної величини</i> | 293 |
| 3.3.3. <i>Отримання вихідних даних для розрахункового дослідження</i> | 297 |
| 3.3.4. <i>Апроксимація порежимних значень комплексного паливно-екологічного критерію по всьому полю робочих режимів ПДВЗ</i> | 303 |
| 3.3.5. <i>Дослідження стаціонарних моделей експлуатації ПДВЗ різного призначення</i> | 303 |
| 3.3.6. <i>Результати розрахункового дослідження та їх аналіз</i> | 307 |
| 3.3.7. <i>Висновки по розділу</i> | 323 |
| | |
| Розділ 3.4. Визначення еталонних значень комплексного паливно-екологічного критерію як реперних точок психофізичної шкали часткової функції бажаності | 325 |
| 3.4.1. <i>Постановка задачі та аналіз літературних джерел</i> | 325 |
| 3.4.2. <i>Методика розрахункового оцінювання еталонних значень комплексного паливно-екологічного критерію як фактора ЕБ</i> | 327 |
| 3.4.3. <i>Отримання еталонних значень екологічних показників роботи ПДВЗ</i> | 329 |
| 3.4.4. <i>Результати попередніх розрахунків та їх аналіз</i> | 337 |
| 3.4.5. <i>Результати основних розрахунків та їх аналіз</i> | 345 |
| 3.4.6. <i>Висновки по розділу</i> | 350 |

| | |
|---|------------|
| Розділ 3.5. Врахування математичним апаратом комплексного паливно-екологічного критерію інших факторів екологічної безпеки | 352 |
| 3.5.1. <i>Постановка задачі та аналіз літературних джерел</i> | 352 |
| 3.5.2. <i>Методика розрахункового оцінювання значень комплексного паливно-екологічного критерію з урахуванням викидів оксидів сірки та витрати моторної оливи на угар</i> | 354 |
| 3.5.3. <i>Отримання набору вихідних даних для здійснення розрахункового дослідження для стандартизованого стаціонарного випробувального циклу ESC</i> | 365 |
| 3.5.4. <i>Розрахункове оцінювання значень комплексного паливно-екологічного критерію з урахуванням викидів оксидів сірки для випадків застосування моторних палив і олів з різним вмістом сірки та різних значень витрати моторної оливи на угар та аналіз його результатів</i> | 369 |
| 3.5.5. <i>Методика розрахункового оцінювання значень комплексного паливно-екологічного критерію з урахуванням викидів діоксиду вуглецю як полютанту</i> | 374 |
| 3.5.6. <i>Результати рзрахункового оцінювання значень комплексного паливно-екологічного критерію з урахуванням викидів діоксиду вуглецю як полютанту та їх аналіз</i> | 382 |
| 3.5.7. <i>Висновки по розділу</i> | 385 |
| Загальні висновки | 387 |
| <i>SWOT-аналіз результатів дослідження</i> | 392 |
| Список використаної літератури | 407 |
| Додаток А. Додаткові матеріали до Розділу 1.1 | 421 |
| Додаток Б. Додаткові матеріали до Розділу 1.2 | 434 |
| Додаток В. Додаткові матеріали до Розділу 1.3 | 440 |
| Додаток Г. Додаткові матеріали до Розділу 2.1 | 445 |
| Додаток Д. Додаткові матеріали до Розділу 2.2 | 462 |
| Додаток Е. Додаткові матеріали до Розділу 3.1 | 469 |
| Додаток Ж. Додаткові матеріали до Розділу 3.2 | 478 |
| Додаток К. Додаткові матеріали до Розділу 3.3 | 490 |
| Додаток Л. Додаткові матеріали до Розділу 3.4 | 502 |
| Додаток М. Додаткові матеріали до Розділу 3.5 | 506 |
| Додаток Н. Рецензії на монографію | 512 |
| Додаток П. Документи про впровадження та використання результатів досліджень | 520 |
| Довідка про авторів та рецензентів | 528 |
| Видавнича сторінка | 531 |

TABLE of CONTENTS

| | |
|---|-----------|
| List of symbols and abbreviations | 17 |
| General Preamble | 25 |
| Introduction | 40 |
| Section 1. METROLOGICAL ASPECTS of CONVERSION | |
| FORMULA of Professor I.V. Parsadanov | 51 |
| Preamble | 52 |
| Chapter 1.1. Instrumental accuracy of the conversion | |
| formula for different measurement units | |
| of smokiness of RICE exhaust gases | 53 |
| 1.1.1. <i>Problem statement and analysis of publications</i> | 53 |
| 1.1.2. <i>Analysis of mathematical apparatus of conversion</i> | |
| <i>formula of prof. I.V. Parsadanov</i> | 55 |
| 1.1.3. <i>Methodic for calculated assessment of instrumental</i> | |
| <i>accuracy of obtaining of value of mass hourly emission</i> | |
| <i>of PM with EG flow with using of selected conversion</i> | |
| <i>formula</i> | 57 |
| 1.1.4. <i>Detection of influence of type of measurement units</i> | |
| <i>of indicators of EG opacity on instrumental accuracy</i> | |
| <i>of selected conversion formula</i> | 59 |
| 1.1.5. <i>Detection of influence of conditional cumulative</i> | |
| <i>accuracy class of measuring equipment on averaged</i> | |
| <i>values of instrumental accuracy of selected conversion</i> | |
| <i>formula</i> | 79 |
| 1.1.6. <i>Methodic for calculated assessment of instrumental</i> | |
| <i>accuracy of obtaining of value of specific effective</i> | |
| <i>mass hourly emission of PM with EG flow with using</i> | |
| <i>of selected conversion formula</i> | 83 |
| 1.1.7. <i>Verification of receipt values of instrumental accuracy</i> | |
| <i>of obtaining of value of mass hourly emission of PM</i> | |
| <i>with EG flow</i> | 93 |
| 1.1.8. <i>Conclusions of the Chapter</i> | 95 |
| Chapter 1.2. Aspects of methodical accuracy | |
| of the conversion formula with taking into account | |
| the magnitudes of its empirical coefficients | |
| for different types of RICE | 97 |
| 1.2.1. <i>Problem statement and analysis of publications</i> | 97 |
| 1.2.2. <i>Methodic for calculated assessment of methodical</i> | |
| <i>accuracy of applying of the conversion formula</i> | |
| <i>with taking into account the errors of determination</i> | |
| <i>of values of its empirical coefficients</i> | 98 |

| | |
|--|-----|
| 1.2.3. <i>Calculated assessment of methodical accuracy of applying of the conversion formula with taking into account the errors of determination of values of its empirical coefficients</i> | 101 |
| 1.2.4. <i>Calculated assessment of methodical accuracy of applying of the conversion formula with taking into account the errors of determination of values of its empirical coefficients for whole diapason of its change</i> | 112 |
| 1.2.5. <i>Conclusions of the Chapter</i> | 117 |

Chapter 1.3. Investigation of the ratio between coefficients of efficiency of operation of DPF with using of the conversion formula **118**

| | |
|--|-----|
| 1.3.1. <i>Problem statement</i> | 118 |
| 1.3.2. <i>Analysis of publications</i> | 119 |
| 1.3.3. <i>Analysis and calculated study of the conversion formula</i> | 119 |
| 1.3.4. <i>Analysis of ration between magnitudes of coefficients of efficiency of operation of DPF for opacity, toxicity of RICE exhaust gases and PM emissions with its flow</i> | 122 |
| 1.3.5. <i>Conclusions of the Chapter</i> | 129 |

Section 2. METROLOGICAL ASPECTS of COMPLEX FUEL and ECOLOGICAL CRITERIA of Professor I.V. Parsadanov ... **131**
Preamble **132**

Chapter 2.1. Instrumental accuracy of the complex fuel and ecological criteria **133**

| | |
|---|-----|
| 2.1.1. <i>Problem statement and analysis of publications</i> | 133 |
| 2.1.2. <i>Analysis of mathematical apparatus of complex fuel and ecological criteria of prof. I.V. Parsadanov</i> | 134 |
| 2.1.3. <i>Methodic for calculated assessment of instrumental component of relative resultant systematical error of obtaining of value of complex fuel and ecological criteria and its components</i> | 136 |
| 2.1.4. <i>Results of calculated assessment of instrumental accuracy of obtaining of value of complex fuel and ecological criteria and its analysis</i> | 141 |
| 2.1.5. <i>Results of calculated assessment of averaged values of instrumental component of relative resultant systematical error of obtaining of value of complex fuel and ecological criteria and its analysis</i> | 156 |
| 2.1.6. <i>Detection of influence of conditional cumulative accuracy class of measuring equipment on averaged values of instrumental accuracy of obtaining of value of complex fuel and ecological criteria</i> | 162 |
| 2.1.7. <i>Conclusions of the Chapter</i> | 165 |

| | |
|--|------------|
| Chapter 2.2. Aspects of methodical accuracy of the complex fuel and ecological criteria with taking into account the kind of motor fuel and conditions of RICE exploitation | 167 |
| 2.2.1. <i>Problem statement and analysis of publications</i> | 167 |
| 2.2.2. <i>Methodic for calculated assessment of methodical accuracy of obtaining of values of complex fuel and ecological criteria with taking into account the fixed values of errors of obtaining of complied components of the criteria</i> | 168 |
| 2.2.3. <i>Calculated assessment of methodical accuracy of obtaining of values of complex fuel and ecological criteria with taking into account the fixed values of errors of obtaining of complied components of the criteria</i> | 172 |
| 2.2.4. <i>Calculated assessment of methodical accuracy of obtaining of values of complex fuel and ecological criteria with taking into account the parameters of motor fuel and operational conditions of RICE</i> | 183 |
| 2.2.5. <i>Conclusions of the Chapter</i> | 193 |

| | |
|--|------------|
| Section 3. METHODOLOGICAL ASPECTS of APPLICATION of COMPLEX FUEL and ECOLOGICAL CRITERIA of Professor I.V. Parsadanov | 195 |
| Preamble | 196 |

| | |
|---|------------|
| Chapter 3.1. Determination of the ponderability of fuel component of the complex fuel and ecological criteria | 197 |
| 3.1.1. <i>Problem statement and analysis of publications</i> | 197 |
| 3.1.2. <i>Methodic for calculated assessment of ponderability of fuel component of the complex fuel and ecological criteria</i> | 198 |
| 3.1.3. <i>Calculated assessment of ponderability of fuel component of the complex fuel and ecological criteria for the base variant</i> | 211 |
| 3.1.4. <i>Determination of influence of parameters of motor fuel and operational conditions of RICE on value of ponderability of fuel component of the complex fuel and ecological criteria</i> | 219 |
| 3.1.5. <i>Determination of integral coefficient of ponderability of fuel component of the complex fuel and ecological criteria</i> | 237 |
| 3.1.6. <i>Determination of influence of parameters of motor fuel and operational conditions of RICE on value</i> | |

| | |
|---|------------|
| <i>of integral coefficient of ponderability of fuel component of the complex fuel and ecological criteria</i> | 242 |
| 3.1.7. <i>Conclusions of the Chapter</i> | 249 |
| Chapter 3.2. Determination of influence of technical and economical and ecological indicators of RICE operation on value of the coefficient of ponderability of fuel component of the complex fuel and ecological criteria | 254 |
| 3.2.1. <i>Problem statement and analysis of publications</i> | 254 |
| 3.2.2. <i>Methodic of calculated determination of the influence</i> | 256 |
| 3.2.3. <i>Analysis of intermediate results of the study</i> | 265 |
| 3.2.4. <i>Analysis of main results of the study</i> | 280 |
| 3.2.5. <i>Conclusions of the Chapter</i> | 290 |
| Chapter 3.3. Selection of the formula for obtaining of middle exploitation values of the complex fuel and ecological criteria with using of its individual regime values that approximated on whole area of PICE operation modes | 292 |
| 3.3.1. <i>Problem statement and analysis of publications</i> | 292 |
| 3.3.2. <i>Analysis of nomenclature of formulas for obtaining of average magnitude of physical value</i> | 293 |
| 3.3.3. <i>Obtaining of initial data for the calculated study</i> | 297 |
| 3.3.4. <i>Approximation of individual regime values of the complex fuel and ecological criteria for whole area of operational modes of RICE</i> | 303 |
| 3.3.5. <i>Observing of steady exploitation models of RICE of different purpose</i> | 303 |
| 3.3.6. <i>Results of the calculated study and their analysis</i> | 307 |
| 3.3.7. <i>Conclusions of the Chapter</i> | 323 |
| Chapter 3.4. Determination of reference values of complex fuel and ecological criteria as the reference points of psychophysical scale of desirability partial function | 325 |
| 3.4.1. <i>Problem statement and analysis of publications</i> | 325 |
| 3.4.2. <i>Methodic of calculated assessment of reference values of complex fuel and ecological criteria as the ES factor</i> | 327 |
| 3.4.3. <i>Obtaining of reference values of ecological indicators of RISE operation process</i> | 329 |
| 3.4.4. <i>Results of preliminary calculations and their analysis</i> | 337 |
| 3.4.5. <i>Results of basic calculations and their analysis</i> | 345 |
| 3.4.6. <i>Conclusions of the Chapter</i> | 350 |

| | |
|--|------------|
| Chapter 3.5. Taking into account by mathematical apparatus of complex fuel and ecological criteria other ecological safety factors | 352 |
| 3.5.1. <i>Problem statement and analysis of publications</i> | 352 |
| 3.5.2. <i>Methodic of calculated assessment of values of complex fuel and ecological criteria with taking into account emission of sulfur oxides and consumption of motor oil through burning</i> | 354 |
| 3.5.3. <i>Obtaining of set of initial data for carrying out of calculated assessment for standardized steady testing cycle ESC</i> | 365 |
| 3.5.4. <i>Calculated assessment of values of complex fuel and ecological criteria with taking into account the emission of sulfur oxides for cases of applying of motor fuels and oils with different content of sulfur and different values of consumption of motor oil through burning</i> | 369 |
| 3.5.5. <i>Methodic of calculated assessment of values of complex fuel and ecological criteria with taking into account emission of carbone dioxide as the pollutant</i> | 374 |
| 3.5.6. <i>Results of calculated assessment of values of complex fuel and ecological criteria with taking into account emission of carbone dioxide as the pollutant and their analysis</i> | 382 |
| 3.5.5. <i>Conclusions of the Chapter</i> | 385 |
| General Conclusions | 397 |
| <i>SWOT-analysis of results of the study</i> | 402 |
| References | 407 |
| Appendix A. Additional materials for Chapter 1.1 | 421 |
| Appendix B. Additional materials for Chapter 1.2 | 434 |
| Appendix C. Additional materials for Chapter 1.3 | 440 |
| Appendix D. Additional materials for Chapter 2.1 | 445 |
| Appendix E. Additional materials for Chapter 2.2 | 462 |
| Appendix F. Additional materials for Chapter 3.1 | 469 |
| Appendix G. Additional materials for Chapter 3.2 | 478 |
| Appendix H. Additional materials for Chapter 3.3 | 490 |
| Appendix J. Additional materials for Chapter 3.4 | 502 |
| Appendix K. Additional materials for Chapter 3.5 | 506 |
| Appendix L. Reviews of the monograph | 512 |
| Appendix M. Documents on the implementation and use of research results | 520 |
| Information about Author and Reviewers | 528 |
| Publishing page | 531 |

Рецензенти (Reviewers)



Парсаданов Ігор Володимирович, доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник кафедри двигунів внутрішнього згоряння навчально-наукового інституту енергетики, електроніки та електромеханіки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

Parsadanov Igor Volodymyrovych, Dr. Sci. (Tech.), Professor, Chief Scientific Fellow of Department of Internal Combustion Engines of Educational and Scientific Institute of Energetic, Electronic and Electromechanic of National Technical University «Kharkiv Polytechnical Institute» of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Laureate of the State Prize of Ukraine in the field of science and technology



Строков Олександр Петрович, доктор технічних наук, професор, завідувач відділу поршневих енергоустановок Інституту проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України у 2007 – 2015 рр., професор кафедри автомобільного транспорту та транспортних технологій Класичного приватного університету (м. Запоріжжя)

Strokov Olexandr Petrovych, Dr.Sci.(Tech.), Professor, Head of Dept. of Piston Power Plants of A. Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems of National Academy of Science of Ukraine in 2007 – 2015., Professor of Dept. Of Automotive Transport and Transport Technologies of Classical Privat University (Zaporizhzhia)



Лєвтеров Антон Михайлович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу водневої енергетики Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного Національної академії наук України

Levterov Anton Mykhajlovych, Cand.Sci.(Tech.), Senior Researcher, Senior Researcher of Department of Hydrogen Energetic of A.M. Pidgorny Institute for Mechanical Engineering Problems of National Academy of Science of Ukraine

Наукове видання

Кондратенко Олександр Миколайович

**МЕТРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ
КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРІАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ
РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
ПОРШНЕВИХ ДВИГУНІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ
УСТАНОВОК**

Монографія

Редактор С.А. Коваленко

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 30,92. Тир. 300 прим. Зам. 657-19.
Видавець та виготовлювач ФОП Бровін О.В.
61022, м. Харків, вул. Трінклера, 2, корп.1, к.19. Т. (057) 758-01-08, (066) 822-71-30
Свідоцтво про внесення суб'єкта до Державного реєстру
видавців та виготовників видавничої продукції серія ДК 3587 від 23.09.09 р.

СТИЛЬ®
ИЗДАТ
ТИПОГРАФІЯ
www.stil-izdat.com