

13, 14, 15, 16

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 10 » \_\_\_\_\_ 11 \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИГАТЕЛЕЙ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль/программа подготовки Двигатели внутреннего сгорания

Уровень высшего образования Бакалавриат

Форма обучения Очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
7	3/108	18	18	—	72	зачет
Итого	3/108	18	18	—	72	зачет

Владимир 2015

*Мод*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Экологическая безопасность двигателей» являются: обеспечение научной, технической и социальной политики в области охраны окружающей среды; повышение профессионализма и компетентности в области осуществления мероприятий по техническому совершенствованию источников загрязнения окружающей среды и по воспроизводству природной среды.

**Задачи дисциплины.** Получение знаний по развитию исследований, связанных со снижением загрязнения окружающей среды отработавшими газами поршневых двигателей, в области:

- современной отечественной и международной нормативно-технической документации, касающейся природоохранного нормирования ДВС;
- методов оценки экологического уровня двигателей внутреннего сгорания при проведении испытаний на моторных стендах;
- мероприятий по улучшению экологических характеристик ДВС за счет организации рабочего процесса и применению средств дополнительной обработки отработавших газов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Экологическая безопасность двигателей» относится к вариативной части раздела Б1 структуры ОПОП бакалавриата. Поскольку в процессе изучения этой дисциплины студенты знакомятся со способами организации малотоксичного рабочего процесса поршневых ДВС и методами обработки отработавших газов, то студенты должны владеть: знаниями о причинах образования вредных веществ при горении топлива и масла в ДВС, зависимости состава отработавших газов ДВС от режима работы, методах воздействия на различные вредные вещества как в ходе рабочего процесса двигателя, так и при обработке потока отработавших газов; также студенты должны владеть методами получения, хранения и переработки информации, быть готовыми использовать компьютерные программы, как средства работы с информацией.

Кроме того, студенты в процессе изучения дисциплины осваивают приемы и методы построения графиков на ПВЭМ, определяют и анализируют значения полученных показателей. Получаемые при изучении дисциплины «Экологическая безопасность двигателей» знания будут базироваться на знаниях, полученных при изучении цикла естественных наук (химия) и профильных дисциплин: теория рабочих процессов ДВС, агрегаты наддува двигателей, том числе и при выполнении курсовых проектов по этим дисциплинам; а кроме того – при проведении итоговой государственной аттестации



(выполнении и защите выпускной работы) и в период обучения в бакалавриате и работе по специальности.

Поэтому преподавание этой дисциплины должно проводиться после изучения модуля профильных дисциплин: устройство и работа поршневых двигателей, теория рабочих процессов поршневых двигателей.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Процесс изучения дисциплины «Экологическая безопасность двигателей» направлен на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций (ОК и ПК):

- способность демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках (ОПК-3);

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** характер воздействия ДВС на окружающую среду; причины образования вредных веществ при горении топлив в ДВС; взаимосвязь между режимами работы ДВС и степенью загрязнения окружающей среды; требования нормативно-технической документации к экологическому уровню ДВС различных областей применения.

**Уметь:** пользоваться нормативно-технической документацией при проведении оценки экологического уровня ДВС; пользоваться средствами измерения содержания вредных веществ в отработавших газах ДВС; проводить испытания ДВС с целью оценки экологического уровня;

**Владеть практическими навыками:** разработки и реализации методов снижения эмиссии вредных веществ с отработавшими газами ДВС; анализа технической документации, подтверждающей экологический уровень ДВС.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗПАСНОСТЬ ДВИГАТЕЛЕЙ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах /%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Введение. Проблема загрязнения окружающей среды двигателями внутреннего сгорания	7	1	2						2	2 / 100	
2	Образование вредных веществ в ДВС	7	2-7	6		6				30	6 / 50	
2.1	Горение топлива и масла в ДВС		2-3	2		2				10	2 / 50	
2.2	Окисление азота воздуха и серы топлива		4-5	2		2				10	2 / 50	
2.3	Образование продуктов неполного сгорания		6-7	2		2				10	2 / 50	Рейтинг контроль №1
3	Методы снижения токсичности ОГ за счет воздействия на рабочий процесс	7	8-13	6		8				30	6 / 42	
3.1	Снижение токсичности ОГ дизелей		8-9	2		2				10	2 / 50	
3.2	Снижение токсичности ОГ ДВС с внешним смесеобразованием		10-11	2		2				10	2 / 50	Рейтинг контроль №2
3.3	Применение альтернативных топлив		12-13	2		4				10	2 / 33	
4	Снижение токсичности отработавших газов за счет обработки отработавших газов	7	14-17	4		4				12	4 / 50	
4.1	Нейтрализаторы отработавших газов		14-15	2		2				8	2 / 50	
4.2	Фильтры дисперсных частиц		16-17	2		2				4	2 / 50	Рейтинг контроль №3
<b>ИТОГО:</b>				<b>18</b>		<b>18</b>				<b>72</b>	<b>18 / 50,0</b>	зачет



## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Основной вид занятий по данной дисциплине – аудиторные лекции и практические занятия.

Лекции читаются с использованием компьютерных технологий. При этом используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Для активизации самостоятельности мышления студентов в ходе лекций и практических занятий проводятся деловые игры и разбор конкретных ситуаций. Студентам предлагается широко использовать среду Интернета для выполнения подборок материалов по разным современным проблемам.

Под руководством преподавателя студенты принимают участие в ролевых играх, решают возникшие проблемные ситуации, что способствует творческому овладению профессиональными знаниями, навыками и умениями и развитие мыслительных способностей. В результате таких приёмов и способов студенты обучаются методам поиска и анализа материала по заданной проблеме и выбору наиболее приемлемых решений с учетом затрат как на реализацию технических решений, так и на подготовку производства.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

В процессе изучения дисциплины «Экологическая безопасность двигателей» используют различные методы контроля. На лекциях при изложении нового материала проводится перекрестный опрос студентов с целью выяснения, как они усвоили предыдущий материал.

Самостоятельная работа студентов (СРС) заключается в выполнении разнообразных учебных заданий с целью усвоения различных знаний, приобретения умений и навыков самостоятельной деятельности и выработки системы поведения. СРС выполняется под руководством преподавателя с последующим контролем. Выполнение СРС подкрепляется использованием дополнительной литературы и ресурсов Интернет.

Трижды в семестр проводится текущий контроль (в форме рейтинг-контроля знаний студентов) включающий контроль самостоятельной работы студентов по освоению материала, прочитанного на лекциях и изученного на практических занятиях.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

### Вопросы к рейтингу-контролю №1

1. Состав атмосферы.
2. Что такое антропогенный фактор?
3. Какие вещества считаются вредными?
4. Что означает термин “фоновая концентрация вещества”?
5. Передвижные и стационарные источники поступления вредных веществ в атмосферу.
6. Состав отработавших газов ДВС с принудительным воспламенением и дизелей.
7. Каким образом характеризуется экологический уровень ДВС?
8. Характер воздействия вредных веществ на человека.
9. Термический, быстрый и топливный оксиды азота; механизм образования.
10. Парниковые газы: виды и источники их образования?
11. Киотский протокол: механизмы реализации его положений.
12. Развитие процесса горения в дизелях
13. Типы камер сгорания в дизелях и двигателях с принудительным воспламенением.
14. Организация процесса горения в ДВС с самовоспламенением гомогенной смеси от сжатия.
15. Преимущества и недостатки процесса с самовоспламенением гомогенной смеси от сжатия.
16. Химический и элементный состав топлив, балласт и горючая масса.
17. Современные международные и национальные стандарты на состав ОГ ДВС.
18. Причины и источники появления не полностью сгоревших углеводородов топлива и масла в ДВС.
19. Причины и источники появления оксида углерода в ДВС.
20. Причины и источники появления сажи в ДВС.
21. Причины и источники появления оксидов азота в отработавших газах ДВС.
22. Характеристики дисперсных частиц.
23. Причины и источники появления дисперсных частиц в ДВС.
24. Механизм образования твердых сульфатов при горении топлив в дизелях.
25. Причины и источники появления диоксида углерода в ДВС.

### Вопросы к рейтингу-контролю №2

1. Влияние температуры и давления воздушного заряда
2. Влияние наддува
3. Влияние турбокомпрессоров с изменяемым сопловым аппаратом и перепуском
4. Влияние скоростного режима



5. Влияние нагрузки
6. Влияние неравномерности вращения коленчатого вала
7. Принцип работы аккумуляторных систем топливоподачи дизелей.
8. Влияние параметров системы топливоподачи
9. Влияние дробности цикловой подачи топлива на состав ОГ.
10. Что такое “карта режимов” аккумуляторной системы топливоподачи и ее назначение
11. Влияние изменения угла опережения впрыскивания топлива
12. Влияние величины объема подыгольного колодца на эмиссию углеводородов.
13. В чем заключается влияние величины надпоршневого зазора?
14. Характер влияния степени сжатия на состав ОГ
15. В чем заключается влияние сопряжения “поршень-цилиндр”?
16. Рециркуляция отработавших газов
17. Влияет ли уровень механических потерь на состав ОГ?
18. Преимущества и недостатки двухтактных ДВС.
19. Влияние способов подачи топливо-воздушной смеси в бензиновых ДВС
20. Для чего применяется система многоискрового разряда?
21. Применение сжигания обедненных смесей
22. Система распыливания бензина воздухом.
23. Применение сжигания расслоенных смесей
24. Что такое “топливо”?
25. Источники получения топлив
26. Топлива традиционные и альтернативные, возобновляемые и невозобновляемые.
27. Характеристики твердых топлив
28. Характеристики жидких топлив
29. Характеристики газообразных топлив
30. Смесевые топлива

### **Вопросы к рейтингу-контролю №3**

1. Типы нейтрализаторов вредных веществ?
2. По каким параметрам оценивается эффективность действия нейтрализаторов?
3. Каковы принципы действия каталитического, термического и жидкостного нейтрализаторов?
4. В чем отличие пламенных термических нейтрализаторов от беспламенных?
5. Каков принцип действия нейтрализатора адсорбционного типа?
6. Какие требования предъявляются к топливам при использовании нейтрализаторов?

7. Каковы преимущества и недостатки применения нейтрализаторов ОГ в бензиновых двигателях и дизелях?
8. Какие применяются методы улучшения стартовых качеств нейтрализаторов?
9. Каким образом оценить уровень дымности отработавших газов транспортных средств в эксплуатации?
10. Что такое “носитель катализатора” и для чего он необходим?
11. Материал активного элемента катализатора: виды и характер влияния?
12. Каковы особенности современных систем нейтрализации?
13. Что такое “отравление нейтрализатора” и каким образом происходит этот процесс?
14. Что делать, если в системе нейтрализации отработавших газов откажет кислородный датчик?
15. Что такое “рабочее окно” нейтрализатора?
16. Что характеризует параметр “нагрузка на нейтрализатор” и как оценивается этот параметр?
17. Что такое “термическое старение” нейтрализатора?
18. Каким образом оценить содержание вредных веществ в отработавших газах транспортных средств в эксплуатации?
19. Какие требования предъявляются к топливам при использовании каталитических нейтрализаторов?
20. Типы фильтров дисперсных частиц.
21. Методы восстановления каталитических нейтрализаторов в эксплуатации.
22. Что делать, если на автомобиле откажет нейтрализатор?
23. Каков принцип работы фильтров дисперсных частиц?
24. Что такое “регенерация” фильтра?
25. Для чего служат байпасные системы?
26. Циклонные сажеотделители.

Итоговая аттестация освоения всей дисциплины проводится в форме зачета.

#### **Вопросы к зачету:**

1. Состав атмосферы.
2. Что такое антропогенный фактор?
3. Какие вещества считаются вредными?
4. Что означает термин “фоновая концентрация вещества”?
5. Передвижные и стационарные источники поступления вредных веществ в атмосферу.
6. Состав отработавших газов ДВС с принудительным воспламенением и дизелей.
7. Каким образом характеризуется экологический уровень ДВС?



8. Характер воздействия вредных веществ на человека.
9. Термический, быстрый и топливный оксиды азота: механизм образования.
10. Парниковые газы: виды и источники их образования?
11. Киотский протокол: механизмы реализации его положений.
12. Развитие процесса горения в дизелях
13. Типы камер сгорания в дизелях и двигателях с принудительным воспламенением.
14. Организация процесса горения в ДВС с самовоспламенением гомогенной смеси от сжатия.
15. Преимущества и недостатки процесса с самовоспламенением гомогенной смеси от сжатия.
16. Химический и элементный состав топлив, балласт и горючая масса.
17. Современные международные и национальные стандарты на состав ОГ ДВС.
18. Причины и источники появления не полностью сгоревших углеводородов топлива и масла в ДВС.
19. Причины и источники появления оксида углерода в ДВС.
20. Причины и источники появления сажи в ДВС.
21. Причины и источники появления оксидов азота в отработавших газах ДВС.
22. Характеристики дисперсных частиц.
23. Причины и источники появления дисперсных частиц в ДВС.
24. Механизм образования твердых сульфатов при горении топлив в дизелях.
25. Причины и источники появления диоксида углерода в ДВС.
26. Влияние температуры и давления воздушного заряда
27. Влияние наддува
28. Влияние турбокомпрессоров с изменяемым сопловым аппаратом и перепуском
29. Влияние скоростного режима
30. Влияние нагрузки
31. Влияние неравномерности вращения коленчатого вала
32. Принцип работы аккумуляторных систем топливоподачи дизелей.
33. Влияние параметров системы топливоподачи
34. Влияние дробности цикловой подачи топлива на состав ОГ.
35. Что такое “карта режимов” аккумуляторной системы топливоподачи и ее назначение
36. Влияние изменения угла опережения впрыскивания топлива
37. Влияние величины объема подыгольного колодца на эмиссию углеводородов.
38. В чем заключается влияние величины надпоршневого зазора?
39. Характер влияния степени сжатия на состав ОГ

40. В чем заключается влияние сопряжения “поршень-цилиндр”?
41. Рециркуляция отработавших газов
42. Влияет ли уровень механических потерь на состав ОГ?
43. Преимущества и недостатки двухтактных ДВС.
44. Влияние способов подачи топливно-воздушной смеси в бензиновых ДВС
45. Для чего применяется система многоискрового разряда?
46. Применение сжигания обедненных смесей
47. Система распыливания бензина воздухом.
48. Применение сжигания расслоенных смесей
49. Что такое “топливо”?
50. Источники получения топлив
51. Топлива традиционные и альтернативные, возобновляемые и невозобновляемые.
52. Характеристики твердых топлив
53. Характеристики жидких топлив
54. Характеристики газообразных топлив
55. Смесевые топлива
56. Типы нейтрализаторов вредных веществ?
57. По каким параметрам оценивается эффективность действия нейтрализаторов?
58. Каковы принципы действия каталитического, термического и жидкостного нейтрализаторов?
59. В чем отличие пламенных термических нейтрализаторов от беспламенных?
60. Каков принцип действия нейтрализатора адсорбционного типа?
61. Какие требования предъявляются к топливам при использовании нейтрализаторов?
62. Каковы преимущества и недостатки применения нейтрализаторов ОГ в бензиновых двигателях и дизелях?
63. Какие применяются методы улучшения стартовых качеств нейтрализаторов?
64. Каким образом оценить уровень дымности отработавших газов транспортных средств в эксплуатации?
65. Что такое “носитель катализатора” и для чего он необходим?
66. Материал активного элемента катализатора: виды и характер влияния?
67. Каковы особенности современных систем нейтрализации?
68. Что такое “отравление нейтрализатора” и каким образом происходит этот процесс?
69. Что делать, если в системе нейтрализации отработавших газов откажет кислородный датчик?
70. Что такое “рабочее окно” нейтрализатора?



71. Что характеризует параметр “нагрузка на нейтрализатор” и как оценивается этот параметр?
72. Что такое “термическое старение” нейтрализатора?
73. Каким образом оценить содержание вредных веществ в отработавших газах транспортных средств в эксплуатации?
74. Какие требования предъявляются к топливам при использовании каталитических нейтрализаторов?
75. Типы фильтров дисперсных частиц.
76. Методы восстановления каталитических нейтрализаторов в эксплуатации.
77. Что делать, если на автомобиле откажет нейтрализатор?
78. Каков принцип работы фильтров дисперсных частиц?
79. Что такое “регенерация” фильтра?
80. Для чего служат байпасные системы?
81. Циклонные сажеотделители.

#### **Перечень тем для выполнения СРС**

1. Повышение эффективности наддува в дизеле.
2. Оптимизация характеристик системы топливоподачи.
3. Формирование внешней скоростной характеристики двигателя.
4. Методы организации рециркуляции отработавших газов.
5. Техническое обслуживание и уровень токсичности отработавших газов.
6. Применение водотопливных эмульсий в дизелях.
7. Особенности образования оксида азота в поршневых ДВС.
8. Расчетное определение эмиссии дисперсных частиц с отработавшими газами ДВС.

### **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

#### а) Основная литература

1. Экология и экологическая безопасность автомобиля: Уч./Графкина М. В., Михайлов В. А., Иванов К. С., 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 320 с.: 60x90 1/16. - (ПО) (Переплёт) ISBN 978-5-00091-117-4, 300 экз.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=513950>
2. Салминен, Э.О. Экологическая безопасность транспортных систем: учебное пособие для студентов направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов [Электронный ресурс] : / Э.О. Салминен, С.И. Сушков. — Электрон. дан. — СПб. : СПбГЛТУ (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет), 2015. — 64 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72797](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72797)

3. Дмитренко, В.П. Управление экологической безопасностью в техносфере [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Дмитренко, Е.М. Мессинева, А.Г. Фетисов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 435 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72578](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72578)

б) Дополнительная

1. Кульчицкий, А.Р. Токсичность поршневых ДВС. Экспериментальная оценка экологического уровня двигателей: учеб. пособие / А.Р. Кульчицкий. – Владимир, Изд-во ВлГУ, 2011 г.– 120 с.
2. Экологические свойства автомобильных эксплуатационных материалов / Грушевский А.И., Кашура А.С., Блянкинштейн И.М. и др. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 220 с.: ISBN 978-5-7638-3311-9 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=549438>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В качестве материально-технического обеспечения используются мультимедийные средства: наборы слайдов и кинофильмов, электронные версии курсов разработанные на кафедре тепловых двигателей и энергетических установок.

Для проведения практических занятий используется вычислительная техника централизованного компьютерного класса кафедры (ауд. 304-2).



Рабочая программа по дисциплине «Экологическая безопасность двигателей» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1083 от 01.10.2015 года, применительно к учебному плану направления 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» (уровень высшего образования бакалавриат), утвержденному ректором ВлГУ 03.11.2015 года.

Рабочую программу составил  
доцент кафедры ТДиЭУ, к.т.н.



М.С. Игнатов

Рецензент (представитель работодателя)  
главный специалист ООО «ЗИП «КТЗ» г. Владимир  
д.т.н.




А.Р. Кульчицкий

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Тепловые двигатели и энергетические установки»

Протокол № 9 от « 10 » 11 2015 года

Заведующий кафедрой



В.Ф. Гуськов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

протокол № 6 от « 11 » 11 2015 года

Председатель комиссии



В.Ф. Гуськов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 21 от 6.09.2016 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
*[Signature]*

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
*[Signature]*

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 24 от 04.09.18 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
*[Signature]*

Рабочая программа одобрена на 2019/2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
*[Signature]*

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_