

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



по учебно-методической работе

А.А Панфилов

« 12 » 02

2015г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
«Методы улучшения экологических характеристик ДВС»

Направление подготовки 13.04.03 – энергетическое машиностроение

Профиль/ программа подготовки – двигатели внутреннего сгорания

Уровень высшего образования – магистратура

Форма обучения – очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	3/108	18	18		72	Зачет
Итого	3/108	18	18		72	Зачёт

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» 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 «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» относится к вариативной части блока Б1 структуры программы магистратуры. 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 обработки 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 «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» знания будут базироваться на знаниях, полученных

при изучении цикла естественных наук (химия) и профильных дисциплин: теория ДВС (рабочие процессы), агрегаты наддува двигателей, основы горения углеводородных топлив 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 магистратуре и работе по специальности.

Поэтому преподавание этой дисциплины должно проводится после изучения модуля профильных дисциплин: устройство и работа поршневых двигателей, теория рабочих процессов поршневых двигателей, основы горения углеводородных топлив.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения программы «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» выпускник должен обладать следующими общими компетенциями:

способностью применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем (ПК-2);

готовностью участвовать в испытаниях объектов профессиональной деятельности по заданной программе (ПК-6);

В результате освоения программы студент должен:

*Знать:* причины образования вредных веществ при горении топлива 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 средствами измерения содержания вредных веществ в отработавших газах ДВС, пользоваться нормативно-технической документацией при проведении оценки экологического уровня ДВС.

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

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа.

№ 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/%)	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР			
1	<b>Введение.</b> Развитие исследований по снижению загрязнения окружающей среды отработавшими газами поршневых двигателей	2	1-2	2	2				7		2/ 50	
2	Образование вредных веществ при горении топлив в ДВС. Горение топлива и масла в дизелях и ДВС с внешним смесеобразованием	2	3-4	2	2				7		2/ 50	
3	Продукты неполного сгорания топлива и масла. Продукты окисления азота и серы.	2	5-6	2	2				7		2/ 50	Рейтинг-контроль № 1
4	Оценка состава отработавших газов. Стандартизованные испытания. Испытательные циклы	2	7-8	2	2				7		2/ 50	
5	Оценка эмиссии газообразных вредных веществ. Оценка эмиссии	2	9-10	2	2				7		2/ 50	

	дисперсных частиц									
6	Оценка дымности отработавших газов. Исследовательские испытания.	2	11-12	2	2			7	2/ 50	Рейтинг-контроль № 2
7	Методы снижения токсичности отработавших газов за счет воздействия на рабочий процесс. Двигатели с воспламенением от сжатия		13-14	2	2			6	2/50	
8	Двигатели с принудительным воспламенением. Снижение токсичности отработавших газов за счет обработки отработавших газов.	2	15-16	2	2			12	2/50	Рейтинг-контроль № 3
9	Нейтрализаторы отработавших газов. Фильтры дисперсных частиц.	2	17-18	2	2			12	2/ 50	
	Итого:			18	18			72	18/ 50	зачёт

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

используемые при изучении дисциплины

«Методы улучшения экологических характеристик ДВС»

С целью формирования и развития профессиональных навыков у студентов при чтении лекций, проведения практических занятий, а также при самостоятельной работе применяются следующие образовательные технологии.

Содержание и структура лекционного материала направлены на формирование у студентов соответствующих компетенций и соответствуют выбранным методам и

контроля, а так же оценкам их усвоения. При чтении лекций используются различные образовательные технологии, например, модульное обучение, при котором по отдельным разделам курса (модулям) объясняется, что необходимо изучить, цели и задачи изучения, как будет организована проверка изучаемого материала в данном модуле, где студенты должны будут использовать полученные знания при изучении новых специальных дисциплин.

При этом соблюдается постоянная обратная связь преподавателя и студента. В этом случае обеспечивается активная роль студентов на лекции, так как отвечать на поставленный вопрос может любой из присутствующих.

Лекции читаются с использованием компьютерных технологий. По всем разделам курса созданы учебные пособия в электронном виде, размещенные на сайте кафедры. Это позволяет в любой момент студентам обратиться к источнику. Перед началом лекций студентам раздаются сложные чертежи, схемы, рисунки с целью сокращения времени на их изучение.

На практических занятиях используется метод проблемного обучения – организация учебного занятия, предполагающего создание проблемных ситуаций и активную самостоятельную деятельность студентов по их решению, в результате чего происходит творческое овладение профессиональными навыками, развитие мыслительных способностей. Усвоение студентами знаний, полученных в ходе активного поиска и самостоятельного решения проблем более прочные, чем при традиционном обучении. Кроме того, при таком обучении происходит воспитание активной, творческой личности студентов, умеющих видеть и решать нестандартные профессиональные проблемы.

Под руководством преподавателя студенты решают возникающие проблемные ситуации, в результате чего происходит творческое овладение профессиональными знаниями, навыками и развитие мыслительных способностей. В результате применения таких приемов и способов обучения студенты с помощью коллективной или индивидуальной деятельности по отбору, распределению и систематизации материала лучше осваивают и воспринимают общий материал дисциплины.

Активно используются информационно-коммуникационные технологии – взаимный обмен электронного портфолио преподавателя и студента, что позволяет студенту использовать материалы из портфолио преподавателя, а преподавателю – лучшие работы студентов. Таким образом создается единая образовательная среда, которая обеспечивает эффективное взаимодействие преподавателя и студента.

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

В процессе изучения дисциплины «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» используются различные методы контроля.

На лекциях при изложении нового материала проводится промежуточный опрос студентов с целью выяснения полноты освоения предыдущего материала. При этом используются вопросы по предыдущим лекциям, приведенные в учебных пособиях, изданных в ВлГУ или размещенные на сайте кафедры. Если выявляется недостаточное усвоение материала, то он дополнительно прорабатывается на консультациях.

На практических занятиях студенты под руководством преподавателя самостоятельно выполняют индивидуальные задания в соответствии с тематикой. Изложение лекционного материала и практические занятия направлены на то, чтобы выработать у студентов профессиональные компетенции и подготовить их к самостоятельной работе.

Проводится рейтинг-контроль не менее трех раз в течении семестра (18 часов лекций), включающий непрерывный контроль знаний, полученных студентами на всех видах занятий: лекциях, и практических. С этой целью составляется перечень вопросов персонально для каждого студента.

### 6.1. Задания для рейтинг - контроля

#### I рейтинг – контроль.

1. Состав атмосферы.
2. Что такое антропогенный фактор?
3. Какие вещества считаются вредными?
4. Что означает термин “фоновая концентрация вещества”?
5. Источники поступления вредных веществ в атмосферу.
6. Что такое “аэрозоль”?
7. Что означает термин “дисперсность”?
8. Состав отработавших газов ДВС с принудительным воспламенением и дизелей.
9. Каким образом характеризуется экологический уровень ДВС?
10. Характер воздействия вредных веществ на человека.
11. Предельно-допустимая концентрация вредных веществ.
12. Вредные вещества однонаправленного и разнонаправленного действия.
13. Определение термина “аэродинамический диаметр”.

14. Что подразумевается под термином “дисперсные частицы в двигателестроении”?
15. Типы и источники образования дисперсных частиц.
16. Что относят к парниковым газам и каковы источники их образования?
17. Парниковый эффект.

#### 2 рейтинг – контроль

1. Понятия “режим работы” и “характеристика двигателя”.
2. Виды характеристик двигателя.
3. Различие между абсолютной, внешней и частичной скоростными характеристиками.
4. Характеристика предела дымления: понятие и принцип назначения.
5. Характерные режимы внешней скоростной характеристики.
6. Промежуточный скоростной режим: понятие и принцип назначения.
7. Стандартные и нормальные атмосферные условия.
8. Виды мощности двигателя и их различие.
9. Установившиеся и переходные режимы.
10. Режимы свободного ускорения и наброса нагрузки.
11. Влияние режима работы двигателя и транспортного средства на выброс вредных веществ в атмосферу.
12. Влияние внешних факторов на выброс вредных веществ с отработавшими газами в атмосферу.
13. Зависимость режима работы двигателя от характера движения транспортного средства.
14. Влияние неисправности двигателя на выброс вредных веществ с отработавшими газами.
15. Зачем нужны стандарты? Виды стандартов.
16. Что такое испытательный цикл? Принципы назначения испытательных циклов.
17. Что такое идентификация продукции?

#### 3 рейтинг-контроль

1. Влияние температуры и давления воздушного заряда
2. Влияние газотурбинного и механического наддува
3. Что такое “турболаг”?
4. Влияние турбокомпрессоров с изменяемым сопловым аппаратом и перепуском
5. Влияние скоростного режима
6. Влияние нагрузки



7. Влияние неравномерности вращения коленчатого вала
8. Принцип работы аккумуляторных систем топливоподачи дизелей.
9. Влияние параметров системы топливоподачи
10. Влияние дробности цикловой подачи топлива на состав ОГ.
11. Что такое “карта режимов” аккумуляторной системы топливоподачи и ее назначение
12. Влияние изменения угла опережения впрыскивания топлива
13. Влияние величины объема поддывольного колодца на эмиссию углеводородов.
14. В чем заключается влияние величины надпоршневого зазора?
15. Характер влияния степени сжатия на состав ОГ
16. В чем заключается влияние сопряжения “поршень-цилиндр”?
17. Рециркуляция отработавших газов

Предложение по распределению баллов рейтинг-контроля (студенты по окончании изучения курса сдают зачёт).

№ п/п	Наименование мероприятий	Баллы (не более)
1	Посещение занятий (за все время обучения)	5
2	Рейтинг-контроль 1	10
3	Рейтинг-контроль 2	10
4	Рейтинг-контроль 3	15
5	Равномерность выполнения практических заданий и лабораторных работ в течение семестра (не более 5 баллов на каждый рейтинг)	15
6	Дополнительные баллы (в случае высокой активности на занятиях)	5
	ИТОГО	60

## 6.2. Рекомендации по самостоятельной работе студентов

### Общая схема самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, работа в течение семестра над лекционным курсом, к рубежным контролям, и к зачету. На лекциях преподаватель излагает основной материал по теме занятия, детально объясняет вопросы, вызвавшие у студентов затруднения, указывает на разделы, которые студенты должны освоить самостоятельно и дает рекомендации по их изучению. Самостоятельная работа может включать в себя практику подготовки рефератов, презентаций и докладов по ним.

Тематика рефератов должна иметь проблемный и профессионально ориентированный характер, требующий самостоятельной творческой работы студента.

### **Вопросы к самостоятельной работе студентов**

1. Киотский протокол: цель и механизмы реализации.
2. Рамочная конвенция по изменению климата.
3. Квоты на выброс парниковых газов: принципы расчета.
4. Что означает термин “устойчивое развитие”?
5. Глобальное потепление: гипотезы данного явления.
6. Фотосинтез: понятие и протекание процесса.
7. Развитие процесса горения в дизелях
8. Типы камер сгорания в ДВС
9. Развитие процесса горения в ДВС с самовоспламенением гомогенной смеси  
Преимущества и недостатки процесса с самовоспламенением гомогенной смеси
10. Внешнее проявление процессов сгорания углеводородов топлива и масла.
11. Продукты износа деталей: причины их появления в ОГ двигателя.
12. Причины и источники появления не полностью сгоревших углеводородов топлива и масла в ДВС.
13. Причины и источники появления оксида углерода в ДВС.
14. Причины и источники появления сажи в ДВС.
15. Причины и источники появления оксидов азота в двигателях с ДВС.
16. Влияние процесса сжатия-расширения и Махэ-эффекта на образование оксида азота.
17. Причины закалки оксида азота при горении топлив в дизелях.
18. Характеристики дисперсных частиц.
19. Причины и источники появления дисперсных частиц в ДВС.
20. Механизм образования твердых сульфатов при горении топлив в дизелях.
21. Причины и источники появления диоксида углерода в ДВС.
22. Характерные зависимости содержания в отработавших газах ДВС с принудительным воспламенением вредных веществ (нарисовать и объяснить).
23. Характерные зависимости содержания в отработавших газах дизелей (нарисовать и объяснить).
24. Понятия “режим работы” и “характеристика двигателя”.
25. Виды характеристик двигателя.
26. Различия между абсолютной, внешней и частичной скоростными характеристиками.
27. Характеристика предела дымления: понятие и принцип назначения.

28. Характерные режимы внешней скоростной характеристики.
29. Промежуточный скоростной режим: понятие и принцип назначения.
30. Стандартные и нормальные атмосферные условия.
31. Виды мощности двигателя и их различие.
32. Установившиеся и переходные режимы.
33. Режимы свободного ускорения и наброса нагрузки.
34. Влияние режима работы двигателя и транспортного средства на выброс вредных веществ в атмосферу.
35. Влияние внешних факторов на выброс вредных веществ с отработавшими газами в атмосферу.
36. Зависимость режима работы двигателя от характера движения транспортного средства.
37. Влияние неисправности двигателя на выброс вредных веществ с отработавшими газами.
38. Зачем нужны стандарты? Виды стандартов.
39. Что такое испытательный цикл? Принципы назначения испытательных циклов.
40. Что такое идентификация продукции?
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. Влияние отношения поверхности КС к ее объему
50. Какие бывают виды катализаторов?
51. По каким параметрам оценивается эффективность действия нейтрализаторов?
52. Каковы принципы действия каталитического, термического и жидкостного нейтрализаторов?
53. В чем отличие пламенных термических нейтрализаторов от беспламенных?
54. Каков принцип действия нейтрализатора адсорбентного типа?
55. Какие требования предъявляются к топливам при использовании нейтрализаторов?
56. Каковы преимущества и недостатки применения нейтрализаторов ОГ в бензиновых двигателях и дизелях?
57. Какие применяются методы улучшения стартовых качеств нейтрализаторов?

58. В чем разница между электрическим разогревом и химическим разогревом с электрическим инициированием?
59. Что такое “носитель катализатора” и для чего он необходим?
60. Какие материалы применяют в качестве катализаторов?
61. Каковы особенности современных систем нейтрализации?
62. Каким образом нейтрализатор влияет на выбросы газообразных ВВ и дисперсных частиц?
63. Что такое “отравление нейтрализатора” и каким образом происходит этот процесс?
64. Каков принцип действия датчика кислорода в ОГ?

#### **Контрольные вопросы к зачёту**

1. Состав атмосферы.
2. Что такое антропогенный фактор?
3. Какие вещества считаются вредными?
4. Что означает термин “фоновая концентрация вещества”?
5. Источники поступления вредных веществ в атмосферу.
6. Что такое “аэрозоль”?
7. Что означает термин “дисперсность”?
8. Состав отработавших газов ДВС с принудительным воспламенением и дизелей.
9. Каким образом характеризуется экологический уровень ДВС?
10. Характер воздействия вредных веществ на человека.
11. Предельно-допустимая концентрация вредных веществ.
12. Вредные вещества однонаправленного и разнонаправленного действия.
13. Определение термина “аэродинамический диаметр”.
14. Что подразумевается под термином “дисперсные частицы в двигателестроении”?
15. Типы и источники образования дисперсных частиц.
16. Что относят к парниковым газам и каковы источники их образования?
17. Парниковый эффект.
18. Киотский протокол: цель и механизмы реализации.
19. Рамочная конвенция по изменению климата.
20. Квоты на выброс парниковых газов: принципы расчета.
21. Что означает термин “устойчивое развитие”?
22. Глобальное потепление: гипотезы данного явления.
23. Фотосинтез: понятие и протекание процесса.
24. Развитие процесса горения в дизелях
25. Типы камер сгорания в дизелях и двигателях с принудительным воспламенением.
26. Развитие процесса горения в ДВС с самовоспламенением гомогенной смеси от сжатия.

27. Преимущества и недостатки процесса с самовоспламенением гомогенной смеси от сжатия.
28. Внешнее проявление процессов неполного сгорания углеводородов топлива и масла.
29. Продукты износа деталей двигателя: причины их появления в отработавших газах.
30. Причины и источники появления не полностью сгоревших топлива и масла в ДВС.
31. Причины и источники появления оксида углерода в ДВС.
32. Причины и источники появления сажи в ДВС.
33. Причины и источники появления оксидов азота в двигателях с ДВС.
34. Влияние процесса сжатия-расширения и Махэ-эффекта на образование оксида азота.
35. Причины закалки оксида азота при горении топлив в дизелях.
36. Характеристики дисперсных частиц.
37. Причины и источники появления дисперсных частиц в ДВС.
38. Механизм образования твердых сульфатов при горении топлив в дизелях.
39. Причины и источники появления диоксида углерода в ДВС.
40. Характерные зависимости содержания в отработавших газах ДВС с принудительным воспламенением вредных веществ (нарисовать и объяснить).
41. Характерные зависимости содержания в отработавших газах дизелей (нарисовать и объяснить).
42. Нормируемые параметры, единицы их измерения, сроки изменения норм, условия выполнения требования стандартов.
43. Методы испытаний транспортных средств по оценке выбросов вредных веществ.
44. Методы испытаний двигателей по оценке выбросов вредных веществ.
45. Виды испытательных циклов по оценке экологического уровня транспортных средств.
46. Виды испытательных циклов по оценке выбросов вредных веществ.
47. Физический смысл коэффициента весомости режима.
48. Назначение режимов испытаний по циклу ESC.
49. Назначение режимов испытаний по циклу ELR.
50. Виды испытательных циклов по оценке дымности отработавших газов на установившихся и переходных режимах?
51. Методы испытаний транспортных средств по оценке дымности отработавших газов.
52. Методы испытаний двигателей по оценке дымности отработавших газов.

Рабочая программа дисциплины «Методы улучшения экологических характеристик ДВС» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» (квалификация магистр).

Рабочую программу составил доцент кафедры ТД и ЭУ, к.т.н.  В.М. Басуров

Рецензент:

Рецензент

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

 А.Р. Кульчицкий

(место работы, должность, ФИО, подпись)

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

2015г., протокол №9 от 10.02 2015

Зав. кафедрой  В.Ф. Гуськов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» (квалификация магистр)

2015г., протокол №1 от 11.02 2015

Председатель комиссии  В.Ф. Гуськов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2015-2016 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 10 от 11.02.15 года

Заведующий кафедрой  В.Ф. Гуськов

Рабочая программа одобрена на 2016-2017 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 2 от 6.09.16 года

Заведующий кафедрой  В.Ф. Гуськов

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17 года

Заведующий кафедрой  В.Ф. Гуськов