

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



**УТВЕРЖДАЮ**  
 Проректор  
 по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 10 » 11 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**В ДВИГАТЕЛЯХ И ЭНЕРГОУСТАНОВКАХ**

(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)
5	4/144	36	—	18	90	зачет
Итого	4/144	36	—	18	90	зачет

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Основы физико-химических процессов в двигателях и энергоустановках» являются: формирование знаний в области горения углеводородных топлив, ознакомление студентов с особенностями горения твердых, жидких и газообразных топлив различного элементного и химического составов, способами организации эффективного и малотоксичного сжигания топлив в различных энергетических установках.

### Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основами теории горения;
- формирование у студентов умения проводить расчеты термодинамических характеристик топлив различного состава;
- научить студентов анализировать взаимосвязь между физическими и химическими процессами при горении топлив;
- привить студентам навыки обеспечения организации различных способов сжигания топлив в энергетических установках различного типа и назначения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы физико-химических процессов в двигателях и энергоустановках» относится к вариативной части дисциплин по выбору блока Б1. Поскольку в процессе изучения этой дисциплины студенты анализируют элементный и химический составы топлив, особенности организации горения твердых, жидких и газообразных топлив, способы обеспечения эффективного и малотоксичного сжигания топлив в различных энергетических установках; то студенты должны владеть: основами теории горения, методами расчета материального и теплового балансов процессов горения топлив, способами организации процессов смесеобразования, воспламенения и горения в различных энергетических установках, в том числе в двигателях внутреннего сгорания, и средствами 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 «Основы физико-химических процессов в двигателях и энергоустановках» знания будут базироваться на знаниях, полученных при изучении цикла профильных дисциплин: конструирование двигателей, теория ДВС (рабочие процессы), агрегаты наддува двигателей, в том числе и при выполнении курсовых проектов по этим дисциплинам; системы двигателей; а кроме того – при



проведении итоговой государственной аттестации (выполнении и защите выпускной работы), а также в период обучения в магистратуре 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 «Основы физико-химических процессов в двигателях и энергоустановках» направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:

- способностью использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества (ПК-3);
- способность участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов (ПК-5);
- способностью и готовностью к обслуживанию технологического оборудования (ПК-7).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** основные методы расчета термодинамических характеристик топлив; взаимосвязь между характеристиками систем топливоподачи и газообмена при сжигании различных топлив; методы организации топливоподачи в двигателях.

**Уметь:** в профессиональной деятельности применять методы расчета процессов сжигания топлив для обеспечения высоких экологических и экономических показателей энергетических установок; выбирать способы сжигания различных топлив в зависимости от применяемых энергетических установок.

**Владеть практическими навыками:** расчетов процессов сжигания твердых, жидких и газообразных топлив в различных энергетических установках; организации процессов сжигания топлив в поршневых ДВС; в оформлении результатов расчетов, экспериментальных исследований в виде расчетно-пояснительной записки или отчета с его публичной защитой.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ДВИГАТЕЛЯХ И ЭНЕРГОУСТАНОВКАХ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 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 / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточн. аттестации (по семестрам)
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Роль процесса горения в истории человечества	5	1	2						5	2/100%	
2	Общая характеристика и классификация топлив	5	2	4			2			10	4/66%	
3	Технические характеристики топлив	5	3-4	4						10	4/100%	
4	Материальный и тепловой балансы процессов горения	5	5-7	6			2			15	6/75%	Рейтинг контроль №1
5	Способы и условия воспламенения	5	8	2			2			5	2/50%	
6	Горение топливо-воздушных смесей	5	9-10	4			2			10	4/66%	
7	Горение предварительно перемешанных топлива и окислителя	5	11-12	4			2			10	4/66%	Рейтинг контроль №2
8	Особенности горения топлив в поршневых ДВС	5	13-14	4			2			10	4/66%	
9	Сжигание твердых топлив	5	15	2			2			5	2/50%	
10	Сжигание газообразных топлив	5	16	2			2			5	2/50%	
11	Сжигание жидких топлив	5	17	2			2			5	2/50%	Рейтинг контроль №3
<b>ИТОГО:</b>				<b>36</b>			<b>18</b>			<b>90</b>	<b>36/66%</b>	<b>зачет</b>



## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Основной вид занятий по данной дисциплине – аудиторные лекции и лабораторные работы.

Лекции читаются с использованием компьютерных технологий. При этом используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Для активизации самостоятельности мышления студентов в ходе лекций и лабораторных работ 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 «Основы физико-химических процессов в двигателях и энергоустановках» используют различные методы контроля. На лекциях при изложении нового материала проводится перекрестный опрос студентов с целью выяснения, как они усвоили предыдущий материал.

Кроме того, в течение семестра трижды проводится рейтинг-контроль, который включает контроль самостоятельной работы студентов по освоению материала, прочитанного на лекциях и изученного на практических занятиях.

Самостоятельная работа студентов (СРС) заключается в выполнении разнообразных учебных и исследовательских заданий с целью усвоения дисциплины. Выполняется под руководством преподавателя с последующим контролем.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета.

### **Вопросы к рейтингу-контролю №1**

1. Основные характеристики твердых топлив.
2. Основные характеристики жидких топлив.

3. Основные характеристики газообразных топлив.
4. Топлива традиционные и альтернативные.
5. Топлива возобновляемые и невозобновляемые.
6. Элементный и химический состав
7. Горючая, сухая и рабочая массы топлив
8. Типы атомарных связей
9. Физические характеристики топлив (плотность, вязкость, температуры испарения и воспламенения)
10. Высшая и низшая теплоты сгорания
11. Зависимость теплотворности от состава топлива
12. Влияние влажности топлива на процесс его горения
13. Горение углерода, водорода и серы
14. Расход кислорода и воздуха
15. Образование продуктов сгорания
16. Адиабатическая температура горения

#### **Вопросы к рейтингу-контролю №2**

1. Искровое воспламенение
2. Воспламенение накаливаемой поверхностью
3. Воспламенение открытым пламенем
4. Воспламенение от сжатия
5. Три условия воспламенения
6. Критические условия воспламенения
7. Распространение пламени
8. Детонация
9. Кинетический режим горения
10. Условия воспламенения
11. Ламинарные и турбулентные диффузионные пламена
12. Горение газовой струи
13. Горение струи жидкого топлива

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

1. Горение углерода
2. Горение натурального твердого топлива
3. Горение в слое

4. Горение пылевых смесей
5. Воспламенение
6. Две стадии горения
7. Скорость горения
8. Воспламенение жидкостей
9. Горение жидкостей
10. Скорость горения жидкостей
11. Горение в газотурбинных ДВС
12. Горение в ДВС с внешним смесеобразованием
13. Горение в ДВС с внутренним смесеобразованием
14. Горение в котлах
15. Сжигание в поршневых ДВС
16. Совместное сжигание газообразных и жидких топлив
17. Сжигание биотоплив

#### **Вопросы к зачету**

1. Основные характеристики твердых топлив.
2. Основные характеристики жидких топлив.
3. Основные характеристики газообразных топлив.
4. Топлива традиционные и альтернативные.
5. Топлива возобновляемые и невозобновляемые.
6. Элементный и химический состав
7. Горючая, сухая и рабочая массы топлив
8. Типы атомарных связей
9. Физические характеристики топлив (плотность, вязкость, температуры испарения и воспламенения)
10. Высшая и низшая теплоты сгорания
11. Зависимость теплотворности от состава топлива
12. Влияние влажности топлива на процесс его горения
13. Горение углерода, водорода и серы
14. Расход кислорода и воздуха
15. Образование продуктов сгорания
16. Адиабатическая температура горения
17. Искровое воспламенение
18. Воспламенение накаливаемой поверхностью



19. Воспламенение открытым пламенем
20. Воспламенение от сжатия
21. Три условия воспламенения
22. Критические условия воспламенения
23. Распространение пламени
24. Детонация
25. Кинетический режим горения
26. Условия воспламенения
27. Ламинарные и турбулентные диффузионные пламена
28. Горение газовой струи
29. Горение струи жидкого топлива
30. Горение углерода
31. Горение натурального твердого топлива
32. Горение в слое
33. Горение пылевых смесей
34. Воспламенение
35. Две стадии горения
36. Скорость горения
37. Воспламенение жидкостей
38. Горение жидкостей
39. Скорость горения жидкостей
40. Горение в газотурбинных ДВС
41. Горение в ДВС с внешним смесеобразованием
42. Горение в ДВС с внутренним смесеобразованием
43. Горение в котлах
44. Сжигание в поршневых ДВС
45. Совместное сжигание газообразных и жидких топлив
46. Сжигание биотоплив

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

1. Общая характеристика и классификация топлив
2. Технические характеристики топлив
3. Материальный и тепловой балансы процессов горения
4. Расчет термохимических показателей топлива, состав которого задан химическими элементами



5. Расчет термохимических показателей топлива, состав которого задан молекулярной формулой
6. Расчет термохимических показателей топлива, в состав которого входит свободная вода
7. Способы и условия воспламенения
8. Горение топливно-воздушных смесей
9. Горение предварительно неперемешанных топлива и окислителя – 4 часа
10. Особенности горения топлив в поршневых ДВС
11. Сжигание твердых топлив
12. Сжигание жидких топлив
13. Сжигание газообразных топлив
14. Расчет концентрационных пределов воспламенения газа

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

### а) Основная литература

1. Горение органического топлива: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 390 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-009439-7.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441989>
2. Теория горения и взрыва: Учебник/В.А.Девисилов, Т.И.Дроздова, А.И.Скушникова - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 262 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-010477-5.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=489911>
3. Теория горения и взрыва: практикум: Учебное пособие / В.А. Девисилов, Т.И. Дроздова, С.С. Тимофеева. - 2 изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). ISBN 978-5-00091-006-1.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=489498>

### б) Дополнительная литература

1. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: Учебное пособие / Карташев А.Н., Товстыка В.С., Гордеенко А.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2015. - 420 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат), ISBN 978-5-16-010298-6  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=557129>

2. Иванова, И.В. Теория горения топлива. Технический анализ твердого топлива: учебное пособие по выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Иванова, А.Ф. Смоляков, И.Н. Дюкова [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : СПбГЛТУ (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет), 2015.—33 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=74025](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=74025)

## **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 лабораторных работ используются лаборатории кафедры (ауд. 101-4, 103-4, 129-4) и вычислительная техника централизованного компьютерного класса (ауд. 304-2).



Рабочая программа по дисциплине «Основы физико-химических процессов в двигателях и энергоустановках» 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 » мая 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 » мая 2015 года

Председатель комиссии

В.Ф. Гуськов

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ДВИГАТЕЛЯХ И  
ЭНЕРГОУСТАНОВКАХ»

Рабочая программа одобрена на 2015/2016 учебный год

Протокол заседания кафедры № 9 от 10 ноября 2015

Заведующий кафедрой  В.Ф. Гуськов

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 2 от 6.09.16г

Заведующий кафедрой  В.Ф. Гуськов

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17

Заведующий кафедрой  В.Ф. Гуськов

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_