

2019

**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**  
**« Основы вторичного использования теплоты ДВС»**

Направление подготовки 13.04.03 – энергетическое машиностроение  
 Профиль/ программа подготовки – двигатели внутреннего сгорания  
 Уровень высшего образования – магистратура  
 Форма обучения – очная

| Семестр | Трудоёмкость<br>зач. ед./ час. | Лекций,<br>час. | Практич.<br>занятий,<br>час. | Лаборат.<br>работ,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма<br>промежуточн<br>ого контр.<br>(экз./зачет) |
|---------|--------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|--------------|--|
| 3       | 3/108                          | 18              | 18                           | 18                         | 54           | Зачет  |
| Итого   | 3/108                          | 18              | 18                           | 18                         | 54           | Зачёт  |

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Основы вторичного использования теплоты ДВС» являются:

- формирование знаний в области вторичного использования теплоты в двигателях внутреннего сгорания,
- ознакомление студентов со схемами, устройствами, установками, преобразователями, позволяющими увеличивать общий КПД установок, безопасное их использование
- Изучение надежности, производительности, долговечности и экологической безопасности установок, использующих вторичное тепло.

**Задачи дисциплины:**

- ознакомить студентов с параметрами, характеризующими состояние рабочих тел, использующих вторичную теплоту различных источников;
- сформировать навыки использования законов преобразования энергии при проектировании и совершенствовании энергетических установок, использующих вторичные источники энергии;
- дать представление о термодинамических основах рабочих процессов установок, использующих вторичные виды энергии с целью повышения их общего коэффициента полезного действия;
- обучить студентов основам оценки эффективности энергетических машин и установок.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к профилю «Двигатели внутреннего сгорания». При изучении указанной дисциплины студенты рассматривают все имеющиеся возможности использования вторичных энергетических ресурсов, повышающих как общий КПД установок, так и возможность значительной экономии первичных источников энергии, поэтому они должны овладеть следующими знаниями: в умении использовать вторичные энергетические ресурсы (ВЭР), образующихся в одних технологических установках, процессах и направляемых для энергоснабжения других агрегатов и процессов, при использовании ВЭР, применять утилизационные установки, представляющие собой устройства для выработки энергоносителей (водяного пара, горячей и охлажденной воды, электроэнергии) за счёт снижения энергетического потенциала ВЭР, изучить основные виды оборудования, применяемого для утилизации ВЭР: котлы-утилизаторы; установки испарительного охлаждения; экономайзеры;



утилизационные абсорбционные холодильные установки; теплообменники; водоподогреватели; тепловые насосы; утилизационные турбогенераторы и др. Полученные знания студентами при изучении дисциплины « Основы вторичного использования теплоты в ДВС» могут быть использованы при изучении профильных дисциплин: методы улучшения экологических характеристик ДВС, моделирование процессов в поршневых двигателях, численные методы расчета прочности и др. Кроме того, эти знания могут быть использованы при написании магистерской диссертации, а также в своей практической деятельности. В связи с этим, преподавание указанной дисциплины должно проводиться после изучения базовых дисциплин, таких как: современные проблемы науки и производства в энергетическом машиностроении, современные энергетические технологии, основы горения углеводородных топлив, защита окружающей среды.

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

В результате освоения программы «Основы вторичного использования теплоты в ДВС» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

ПК-4 – способностью использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности.

ПК-5 – готовностью использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских работах.

В результате освоения программы студент должен:

*Знать:* основные процессы, происходящие в установках вторичного использования теплоты, методы их исследования, возможности и недостатки, достижения науки и техники в области вторичного использования теплоты.

*Уметь:* использовать в профессиональной деятельности стандарты, методы исследований, анализа и управления процессами в устройствах и агрегатах, использующих вторичную теплоту, использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских работах.

*Владеть:* методами анализа и оценки технических решений агрегатов и установок, программами расчётов процессов, протекающих в установках вторичного использования теплоты, проводить их исследования и испытания.

#### 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) |                      |                     |                    |     |       | Объём 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      | Вторичные источники теплоты. Тепловые трансформаторы и тепловые трубы.      | 3       | 1-2             | 2  | 2                    | 2                   |                    | 7   |       | 2/ 33,3  |  |
| 2      | Получение и использование биогаза. Биореактор                               | 3       | 3-4             | 2  | 2                    | 2                   |                    | 5   |       | 2/ 33,3  |  |
| 3      | Тепловые насосы. Тепловые механические и гравистатические источники энергии | 3       | 5-6             | 2  | 2                    | 2                   |                    | 5   |       | 2/ 33,3  | Рейтинг-контроль № 1   |
| 4      | Лазеры и электротеплогенераторы   | 3       | 7-8             | 2  | 2                    | 2                   |                    | 5   |       | 2/ 33,3  |  |
| 5      | Вторичные и гравистатические двигатели                                      | 3       | 9-10            | 2  | 2                    | 2                   |                    | 5   |       | 2/ 33,3  |  |
| 6      | ВЭР ядерной энергетики  | 3       | 11-12           | 2  | 2                    | 2                   |                    | 5   |       | 2/ 33,3  | Рейтинг-контроль № 2   |
| 7      | Вторичные источники теплоты сточных вод                                     |         | 13-14           | 2  | 2                    | 2                   |                    | 4   |       | 2/33,3   |  |
| 8      | Когенерация   | 3       | 15-16           | 2  | 2                    | 2                   |                    | 10  |       | 2/33,3   |  |
| 9      | Тригенерация.   | 3       | 17-18           | 2  | 2                    | 2                   |                    | 10  |       | 2/ 33,3  | Рейтинг-контроль № 3   |
| Итого: |   |         |                 | 18   | 18                   | 18                  |                    | 54  |       | 18/ 33,3   | зачёт  |



## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ В ДВС»**

С целью формирования и развития профессиональных навыков у студентов при чтении лекций, проведения практических и лабораторных 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 контролю, 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 в процессе проведения лабораторных работ или при изучении новых специальных дисциплин.

При этом соблюдается постоянная обратная связь преподавателя и студента. Например, при изучении тепловых насосов студентам задается выборочно вопрос, почему количество энергии, затрачиваемой на их привод меньше энергии, получаемой в результате их использования. 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. Например, при разработке биореакторов для производства биогаза рассматриваются все возможные способы его производства с наибольшим эффектом. Ставятся вопросы о наиболее целесообразном применении того или иного способа его получения и использования.

Усвоение студентами знаний 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. Это особенно положительно проявляется при проведении лабораторных работ.

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 СРС

В процессе изучения дисциплины 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. 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

#### 1 рейтинг – контроль.

- 1.Конструкция, устройство и работа тепловых трансформаторов.
- 2.Тепловая труба и особенности ее работы.
- 3.Особенности получения биогаза.
- 4.Тепловые насосы, устройство, принцип работы.
- 5.Устройство и работа лазера. Термодинамика при отрицательных температурах.
- 6.Химические теплогенераторы.

#### 2 рейтинг – контроль

- 1.Расширительные машины и сопла. Поршневые расширительные машины.
- 2.Механические двигатели.
- 3.Аэрогидродарные двигатели.
- 4.Схема котла – подогревателя и его работа.
- 5.Когенерационные и тригенерационные установки.

#### 3 рейтинг-контроль

- 1.Устройство и работа топливных элементов.
  - 2.Возможности применения топливных элементов.
  - 3.Электрические теплогенераторы
  - 4.Регенерация дождевой воды.
  - 5.Энергоустановки для преобразования ядерной энергии в тепловую и электрическую.
- Распределение баллов рейтинг-контроля (студенты по окончании курса сдают зачет).



| №№, п.п. | Наименование мероприятий   | Баллы(не более) |
|----------|--|-----------------|
| 1        | Посещение занятий за все время обучения (пропуск 1 занятия – минус 1 балл) | 5               |
| 2        | Рейтинг-контроль 1   | 15              |
| 3        | Рейтинг-контроль 2   | 20              |
| 4        | Рейтинг-контроль 3   | 20              |
| 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.

Дисциплина составлена таким образом, что студенты изучают на первых лекциях основные положения, касающиеся общих вопросов термодинамики. Основное внимание здесь должно быть уделено изучению основных законов, параметров термодинамических систем. Поэтому дисциплина является основной базой для успешного изучения последующих предметов. Следующие разделы лекционного цикла имеет решающее значение. Здесь необходимо обратить внимание на основы расчёта процессов в термодинамических системах. Так как эти темы обычно слабо понимаются большинством студентов, необходимо хорошо представлять расчётные схемы.

### Вопросы к самостоятельной работе студентов

1. Оптимизация работы предприятия в течение года за счет тригенерации
2. Тригенерация и распределенное производство энергии
3. Факторы, способствующие развитию когенерации.
4. Зачем нужна децентрализация энергоснабжения
5. Целесообразность применения систем утилизации теплоты ДВС
6. Устройство когенерационных установок.
7. Перспективы когенерации.
8. Сфера применения когенераторов
9. Когенерационная установка на основе двигателя внутреннего сгорания
10. Условия целесообразности использования когенерационных установок на предприятиях.
11. Какой процесс называется политропным?
12. В каких пределах может изменяться показатель политропы в различных процессах?
13. Как определить работу расширения газа и количество подводимой теплоты в политропном процессе?
14. Сфера применения когенераторов
15. Топливные элементы с жидким горючим и их применение.
16. Конструкция и работа котла-утилизатора.
17. Тепловой насос
18. Основные направления повышения эффективности использования вторичных энергетических ресурсов.



### 6.3. Рекомендации по подготовке к зачёту

Успешная сдача зачёта возможна лишь только в том случае, если студент регулярно посещает лекции, ведет конспект по ним, активно участвует в обсуждениях вопросов и проблем, возникающих в ходе работы, задает вопросы по непонятным ему разделам, своевременно выполняет все контрольные и лабораторные работы, находит рекомендованную литературу и использует ее при подготовке к защите лабораторных работ. Все это позволяет накопить ему необходимый объем знаний, понять сущность изучаемой дисциплины и в конечном итоге хорошо подготовиться к предстоящему зачету. Немаловажное значение имеет успешное прохождение студентами рейтинг - контроля, который является своеобразным тренингом для подготовки к зачету.

#### Контрольные вопросы к зачёту

по курсу “Основы вторичного использования теплоты в ДВС”

1. Источники В Э Р.
2. Теплота высокого, среднего и низкого потенциалов.
3. Анигиляционное топливо.
4. Трансформаторы теплоты и тепловые трубы
5. Тепловой насос
6. Химическое топливо.
7. Характеристики топлив и их ресурсы.
8. Тепловые аккумуляторы энергии и их характеристики.
9. Механические аккумуляторы энергии и их характеристики.
10. Гравистатические аккумуляторы энергии и их характеристики.
10. Лазерные теплогенераторы и их особенности.
11. Электрические теплогенераторы и их особенности.
12. Механические теплогенераторы и их особенности.
13. Вторичные двигатели и их эффективность.
14. Топливные элементы с твердым горючим и их применение.
15. Топливные элементы с газообразным горючим и их применение.
16. Топливные элементы с жидким горючим и их применение.
17. Химические электрогенераторы и механизм их действия.
18. МГД генераторы. Особенности и принцип работы.
19. Бортовая система синтеза водорода для автомобиля.
20. Конструкция и работа котла-утилизатора.
21. Установки синтеза аммиака и ее работа.
22. Схема и работа абсорбционной холодильной машины.



23. Основные направления повышения эффективности использования вторичных энергетических ресурсов.
24. Определение тригенерации и ее преимущества.
25. Определение когенерации. Основные условия для успешного применения когенерационной технологии.
26. Сферы применения когенерационных установок и их классификация.
27. Преимущества технологии когенерации
28. Преимущества надежности когенерации
29. Экономические преимущества.
30. Оборудование когенерации, утилизация тепла.
31. Состав оборудования мини-ТЭС.
32. Баланс энергии когенерационной установки.
33. Работа ТЭС на сети. Согласование производимых и потребляемых потоков энергии
34. Принципы регулирования блоков утилизации ТЭС.
35. Системы утилизации теплоты (СУТ) производства ООО «Гидротермаль».
36. Тригенерация и ее преимущества
37. Схема образования трех форм энергии в процессе тригенерации цикле.
38. Преимущества процесса тригенерации
39. Сравнение тригенерации и отдельного производства энергетических продуктов для крупного аэропорта
40. Экологические преимущества тригенерационной системы
41. Оптимизация работы предприятия в течение года за счет тригенерации
42. Тригенерация и распределенное производство энергии
43. Факторы, способствующие развитию когенерации.
44. Зачем нужна децентрализация энергоснабжения
45. Целесообразность применения систем утилизации теплоты ДВС
46. Устройство когенерационных установок.
47. Перспективы когенерации.
48. Сфера применения когенераторов
49. Когенерационная установка на основе двигателя внутреннего сгорания
50. Условия целесообразности использования когенерационных установок на предприятиях.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная литература

1. Лежненко А.А., Когенерация и тригенерация. 2011  
[knu.edu.ua/Files/27\\_2011/s06.pdf](http://knu.edu.ua/Files/27_2011/s06.pdf)
2. Энергосбережение: Эффективное использование низкопотенциального тепла / А. В. Дзиндзела, А. В. Сизякин, 2012.
3. Утилизация теплоты вторичных энергетических ресурсов в конденсационных теплообменниках : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / А. Б. Гаряев, И. В. Яковлев ; Ред. А. Л. Ефимов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 120 с. - ISBN 978- [орac.mpei.ru](http://orac.mpei.ru) Электронный каталог 1.61545/Source:default

### б) дополнительная литература

1. Розенгарт Ю.И. Вторичные энергетические ресурсы черной металлургии и их использование. - К.: " Высшая школа", 2008г. - 328с.
2. Березовский Н.И. Технология энергосбережения: учеб. Пособие/Н.И. Березовский, С.Н. Березовский, Е.К. Костюкевич. - Минск: БИП-С Плюс, 2007. - 152 с.
3. Березовский, Н.И., Костюкевич Е.К. Природные ресурсы и их использование / Н.И Березовский, Е.К. Костюкевич . ...Минск: БИП С Плюс, 2006. 219 с.

### в) периодические издания

1. Ежемесячный теоретический и научно-практический журнал «Теплоэнергетика»

### г) интернет-ресурсы

1. [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com).
2. [kodes.ru](http://kodes.ru)
3. [book-gu.ru>energetika/termodinamika](http://book-gu.ru/energetika/termodinamika)


## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в компьютерном классе, оснащенном проектором.


Имеются в наличии все необходимые теплотехнические диаграммы.



Рабочая программа дисциплины «Основы вторичного использования теплоты 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,  
кандидат технических наук  В.М. Басуров

Рецензент

(представитель работодателя) главный специалист ООО «ЗИП «КТЗ» г. Владимир  
доктор технических наук  А.Р. Кульчицкий  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

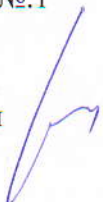
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Тепловые двигатели и энергетические установки»

«\_10\_»\_02\_ 2015 г., протокол № 19

Зав. кафедрой  В.Ф. Гуськов

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

«\_12\_»\_02\_ 2015 г. протокол №.1

Председатель комиссии  В.Ф. Гуськов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2015-2016 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 19 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