

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)



А.А.Панфилов

« 13 » февраля 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕОРИЯ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ»

Направление подготовки 13.04.03 – энергетическое машиностроение

Профиль/программа подготовки – двигатели внутреннего сгорания

Уровень высшего образования – магистратура

Форма обучения очная

Се- местр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма проме- жуточного кон- троля (экз./зачет)
1	7/252	18	18	–	180	Экз. (36)
Итого	7/252	18	18	–	180	Экз. (36)

Владимир 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Теория поршневых двигателей» является:

- теоретически обосновать взаимосвязанные физические явления, имеющие место в поршневых двигателях;
- показать влияние внутрицилиндровых процессов на формирование экологических и эффективных характеристик двигателя;
- проанализировать и сравнить современные экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования внутрицилиндровых процессов;
- ознакомить студента с историческими аспектами развития поршневых двигателей, их создателями и исследователями;
- воспитании ответственности за правильное и рациональное оформления результатов испытания и расчета.

Задачи дисциплины:

- ознакомить студентов с термодинамическими циклами поршневых и комбинированных двигателей;
- ознакомить с методами моделирования рабочего процесса поршневых двигателей;
- научить, как рационально организовать рабочий процесс в поршневых двигателях;
- изучить проблему впрыскивания и распыливания топлива в поршневых двигателях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория поршневых двигателей» относится к вариативной части дисциплин (модулей), устанавливаемых вузом, блока 1 структуры программы магистратуры.

Вариативная (профильная) часть дает возможность расширения и углубления знаний, умений, навыков и компетенций, определяемых содержанием базовых (обязательных) дисциплин (модулей), позволяет студенту получить углубленные знания, навыки и компетенции для успешной профессиональной деятельности или обучения в аспирантуре.

Для успешного изучения курса студенты должны быть знакомы с основными положениями следующих дисциплин: «Математика» (разделы: дифференцирование и интегрирование, дифференциальные уравнения, матрицы, ряды, алгебра), информатики (использование стандартных программ Microsoft Office Excel и др.), «Устройство и работа поршневых двигателей», «Термодинамика», Основы теплообмена», «Теория рабочих процессов поршневых двигателей», «Динамика двигателей», «Химмотология», «Конструирование двигателей», «Системы двигателей», «Агрегаты наддува».

Дисциплина «Теория поршневых двигателей» является первой частью в изучении вариативных дисциплин блока 1 структуры программы магистратуры и закладывает основы для выполнения научных исследований при подготовке магистерской диссертации.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью использовать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках, методов расчетного анализа объектов

профессиональной деятельности (ПК-2);

- способностью использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества (ПК-3).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- методы аналитического моделирования объектов энергетического машиностроения, методы построения технических изображений и решения инженерно-геометрических задач на чертеже;
- методы обработки основных деталей двигателей, современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества;

уметь:

- выполнять численные и экспериментальные исследования, проводить обработку и анализ результатов;
- представить графические и текстовые конструкторские документы в соответствии с требованиями стандартов.

владеть:

- обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения
- простейшими графическими пакетами программ для расчетного анализа объектов профессиональной деятельности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетные единицы, 252 часов (I – семестр).

4.1. Общеобразовательные модули дисциплины

№ 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	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Рабочий процесс в поршневых двигателях. Виды поршневых двигателей. Основные термодинамические понятия. Работа, совершаемая в цилиндре поршневого двигателя. Четырехтактный двигатель. Двухтактный двигатель. Реальный и термодинамический циклы. Их эффективность.	1	1-2	2	2			20		–	
2	Цикл Карно. Краткая историческая справка. Прямой цикл Карно. Термический КПД. Теорема Карно. Обратный цикл Карно. Холодильный и отопительный коэффициенты. Роль Карно в развитии термодинамики. Обобщенный термодинамический цикл поршневых и комбинированных двигателей. Цикл Отто.	1	3-4	2	2			20		2/50	

	Прообразы современных двигателей Отто. Термодинамический цикл Отто. Цикл Дизеля. Прообразы современных двигателей Дизеля. Термодинамический цикл Дизеля.										
3	Цикл Тринклера. Краткая историческая справка. Термодинамический цикл Тринклера. Сравнительный анализ термодинамических циклов поршневых двигателей. Термодинамические циклы комбинированных двигателей. Основные схемы. Термодинамический цикл комбинированного двигателя с импульсной турбиной. Термодинамический цикл комбинированного двигателя с турбиной постоянного давления. Термодинамический цикл комбинированного двигателя с промежуточным охлаждением рабочего тела. Термодинамический цикл Стирлинга. О термодинамических циклах роторных двигателей внутреннего сгорания.	1	4-5	2	2			20		2/50	
4	Особенности изменения параметров рабочего тела. Локальные параметры. Рабочее тело как многофазная среда. Теплофизические свойства компонентов рабочего тела. Релаксация скорости. Релаксация температуры.	3	6-7	2	2			20		2/50	Рейтинг-контроль №1
5	Понятие модели. Однозонная модель. Основные предпосылки создания. Коэффициент избытка воздуха. Основные уравнения. Задачи расчета рабочего процесса. Расчет изменения температуры и давления в рабочем процессе двигателя с внутренним смесеобразованием. Расчет скорости тепловыделения в рабочем процессе двигателя с внутренним смесеобразованием. Особенности однозонной модели двигателя с внешним смесеобразованием.	3	8-9	2	2			20		2/50	
6	Многозонная модель. Основная система уравнений. Расчет скоростей испарения и сгорания в отдельных зонах. Массообмен между зонами. Теплообмен со стенками КС и отдельными зонами. Анализ результатов расчета.	1	10-11	2	2			20		2/50	Рейтинг-контроль №2
7	Генерация вихревого движения заряда. Интенсивность вихревого движения заряда и методы ее определения. Интенсивность вихревого движения воздушного заряда в быстроходном двигателе с тангенциальным и спиральным впускными каналами. Камеры сгорания и способы смесеобразования в поршневых двигателях. Особен-	3	12-13	2	2			20		1/25	

	ности рабочего процесса в полуразделенных КС. Особенности рабочего процесса в неразделенной КС. О рабочих процессах гибридных двигателей.										
8	Впрыскивание топлива. Бензиновые двигатели. Дизели. Характеристики впрыскивания топлива. Влияние многократного впрыскивания на эффективные и экологические показатели рабочего процесса. Теория распада струи жидкого топлива. Вторичное дробление и оптимальные размеры капель. Топливный факел как статистический ансамбль капель различных размеров. Средний диаметр капель топлива. Вывод формулы среднего диаметра капель на основе теории подобия и размерности. Полуэмпирические формулы для расчета среднего диаметра капель. Динамика топливного факела. Полуэмпирические формулы для расчета динамики топливного факела.	3	14-15	3	4			20		2/50	
9	Некоторые особенности испарения топлива. Нестационарная диффузия паров топлива. Подobie процессов тепло- и массообмена. Стефанов поток. Испарение капель топлива в объеме камеры сгорания. Испарение капель топлива на нагретой поверхности стенки камеры сгорания. Расчет пограничного слоя при наличии топливной пленки. Основные предпосылки. Определение времени задержки воспламенения на основе уравнения сохранения энергии. Теория теплового взрыва. Теория зажигания. Экспериментальное исследование задержки воспламенения для различных топлив.	3	16-17	2	2			20		2/50	Рейтинг-контроль №3
Всего за семестр				18	18	-	-	180		15/41,6	Экз. (36)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

С целью формирования и развития профессиональных навыков у студентов при проведении лекций и практических занятий, а также при руководстве самостоятельной работой применяются следующие образовательные технологии.

Перед началом каждой лекции лектор напоминает студентам о тех вопросах, которые были рассмотрены на предыдущих занятиях (лекциях и практических занятиях), а после этого ставим перед аудиторией задачи, которые следует решить.

При проведении практических занятий используются модульное обучение, при котором каждый модуль начинается: а) с входного контроля знаний и умений (для определения уровня готовности обучаемых к предстоящей самостоятельной работе); б) с выдачи индивидуального задания, основанного на таком анализе. Заданием являются: расчетно-

графические задания, контрольная работа и письменные опросы. Модуль всегда должен заканчиваться контрольной проверкой знаний. Контролем промежуточным и выходным проверяется уровень усвоения знаний и выработки умений в рамках одного модуля или нескольких модулей. Затем – соответствующая доработка, корректировка, установка на следующий «виток», т.е. последующий модуль.

Часто на практических занятиях используются методы проблемного обучения. Схема проблемного обучения, представляется как последовательность процедур, включающих: постановку преподавателем учебно-проблемной задачи, создание для студентов проблемной ситуации; осознание, принятие и разрешение возникшей проблемы, в процессе которого они овладевают обобщенными способами приобретения новых знаний; применение данных способов для решения конкретных задач.

При использовании модульного обучения повышается качество обучения за счет того, что все обучение направлено на отработку практических навыков; компетенция определяет необходимые личностные качества; сокращение сроков обучения; реально осуществляется индивидуализация обучения при реальной возможности создания индивидуальных программ обучения; быстрая адаптация учебно-методического материала к изменяющимся условиям, гибкое реагирование.

При этом соблюдается постоянная обратная связь преподавателя и студента. Например, выборочно задается студентам вопрос по некоторым изучаемым в модуле вопросам и студенты дают свои варианты ответов. В этом случае обеспечивается активная роль студентов на занятиях, так как отвечать на вопросы может каждый.

Усвоение студентами знаний, добытых в ходе активного поиска и самостоятельного решения проблем более прочные, чем при традиционном обучении. Кроме того, при таком обучении происходит воспитание активной, творческой личности студента, умеющего видеть и решать нестандартные профессиональные проблемы.

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

Для подготовки студентов к самостоятельной работе в период выполнения магистерской диссертации при проведении практических занятий каждому студенту выдается индивидуальное задание, которое он должен выполнить самостоятельно. Одна из типовых задач решается совместно с преподавателем.

6.1. Практические занятия

Практические занятия являются формой индивидуально-группового и практико-ориентированного обучения на основе реальных или модельных ситуаций применительно к виду и профилю профессиональной деятельности. Темы практических занятий:

1. Анализ результатов расчёта цикла по методике В.И. Гриневецкого.
2. Анализ результатов расчёта цикла поршневого двигателя по временной модели.
3. Анализ изменения давления, температуры и других показателей теоретического цикла по расчётным диаграммам.
4. Аппроксимация характеристик компрессора для расчёта малоцилиндровых двигателей с наддувом.
5. Расчёт и построение диаграмм изменения параметров цикла в системе газотурбинного наддува.
6. Расчёт и построение диаграмм изменения давлений в цилиндре и трубопроводах одноцилиндрового двигателя с турбонаддувом.
7. Расчёт, построение и анализ характеристик тепловыделения бензинового двигателя.
8. Расчёт, построение и анализ характеристик тепловыделения дизеля.

9. Расчет цикла бензинового двигателя по разработанным моделям.

6.2. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа заключается в изучении тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к лабораторным и практическим занятиям, оформлению лабораторных работ, к рубежным контролям, к экзамену, подготовки рефератов, презентаций и докладов по ним. Тематика рефератов требует самостоятельной творческой работы студента не только по лекционному материалу, но и по дополнительной литературе по указанию преподавателя.

Примерные темы рефератов, которые студенты докладывают на практических занятиях:

1. Анализ современных тенденций развития поршневых двигателей.
2. Применение непосредственного впрыскивание бензина в цилиндр..
3. История развития топливоподачи в бензиновых двигателях.
4. Оценка погрешности индицирования двигателей.
5. Обзор методов расчетного и экспериментальной оценки показателей двигателей.
6. Оценка погрешности индицирования двигателей.
7. Обзор методов расчетной и экспериментальной оценки показателей надежности двигателей.
8. История развития поршневых двигателей
9. Моделирование образования токсичных веществ в цилиндрах дизелей.
10. Влияние газодинамических явлений в выпускной и впускной системах двигателя на процессы зарядки цилиндров свежей смесью.

6.3. Задание на рейтинг-контроль

1-й рейтинг-контроль

1. Термодинамические основы действительных рабочих процессов и циклов.
2. Параметры рабочих циклов.
3. Термодинамический коэффициент полезного действия и среднее давление термодинамических циклов.
4. Анализ качественных и количественных показателей циклов.
5. Термодинамические циклы комбинированных двигателей.
6. Принципы распределения работы между поршневым двигателем и агрегатами наддува комбинированного двигателя.
7. Рабочие тела, применяемые в ДВС - топлива, окислители, их основные свойства.
8. Реакции сгорания жидких и газообразных топлив.
8. Стехиометрическое количество воздуха, коэффициент избытка воздуха.
9. Состав горючей смеси и продуктов сгорания, коэффициент молекулярного изменения свежей смеси.
10. Совершенное, несовершенное, полное и неполное сгорания топлива.
11. Теплота сгорания горючей смеси.
12. Теплоемкость и внутренняя энергия свежей, рабочей смеси и продуктов сгорания.
13. Процессы газообмена в двигателях.
14. Газообмен в 4-тактных двигателях.
15. Фазы газораспределения.
16. Процессы выпуска, наполнения, продувки и дозарядки цилиндра.
17. Влияние газодинамических явлений в выпускной и впускной системах двигателя на процессы зарядки цилиндров свежей смесью.
18. Влияние присоединения компрессора на впуске и газовой турбины на выпуске на процессы газообмена в 4-тактных комбинированных двигателях.

2-й рейтинг-контроль

1. Показатели процессов газообмена: коэффициент наполнения, коэффициент остаточных газов, коэффициент продувки камеры сгорания и коэффициент избытка продувочного тела.
2. Понятие суммарного коэффициента избытка воздуха.
3. Зависимость коэффициентов наполнения и остаточных газов от регулируемых частоты циклов и мощности двигателя и параметров рабочих тел на впуске и выпуске.
4. Экспериментальное определение показателей газообмена.
5. Газообмен в 2-тактных двигателях.
6. Действительная и геометрическая степень сжатия.
7. Схемы газообмена, основные периоды газообмена.
8. Параметры продувочного тела и выпускных газов.
9. Коэффициенты, характеризующие газообмен: наполнения, остаточных газов, избытка продувочного тела, продувки, КПД очистки.
10. Влияние газодинамических явлений во впускной и выпускной системах на процессы зарядки.
11. Влияние конструктивных и режимных факторов на протекание процессов газообмена.
12. Расчетные методы определения температур за время газообмена в цилиндрах, выпускных трубопроводах и перед турбинами 2- и 4-тактных двигателей, экспериментальное определение показателей газообмена.
13. Моделирование процессов газообмена. Критерии подобия и связи между ними. Показатели газообмена в подобных двигателях.
14. Процессы сжатия. Отличия процессов сжатия в действительных циклах от процессов сжатия в термодинамических циклах.

3-й рейтинг-контроль

1. Величина степени сжатия в различных двигателях.
2. Физические и химические процессы, протекающие в рабочем теле в процессе сжатия.
3. Особенности процессов сжатия в двигателях с разделенными камерами сгорания.
4. Значения давлений и температур рабочего тела в конце процессов сжатия в двигателях различных типов.
5. Процессы смесеобразования в двигателях.
6. Показатели качества горючей смеси.
7. Внешнее и внутреннее смесеобразование.
8. Испаряемость капель и пленок жидких топлив.
9. Методы распыливания жидких топлив и суспензий.
10. Размеры капель и формы струи распыленного топлива.
11. Перемешивание топлива и окислителя в неразделенных и разделенных камерах.
12. Энергия, затрачиваемая на смесеобразование; вихревое отношение.
13. Объемное, пленочное, объемно-пленочное и послойное внутреннее смесеобразование.
14. Воспламенение горючих смесей.
15. Распространение пламени по объему камер сгорания; фазы сгорания; влияние конструктивных и режимных факторов на процессы сгорания в двигателях с различными способами воспламенения смесей.
16. Концентрационные пределы распространения фронта пламени.
17. Сгорание в разделенных и неразделенных камерах и при различных способах смесеобразования.
18. Влияние на сгорание свойств топлива, состава смеси и движения заряда в камере.

6.2. Контрольные вопросы к экзаменам

1. Термодинамические циклы поршневых и комбинированных двигателей

Рабочий процесс в поршневых двигателях. Виды поршневых двигателей. Основные термодинамические понятия. Работа, совершаемая в цилиндре поршневого двигателя. Четырехтактный двигатель. Двухтактный двигатель. Реальный и термодинамический циклы. Их эффективность.

Цикл Карно. Краткая историческая справка. Прямой цикл Карно. Термический КПД. Теорема Карно. Обратный цикл Карно. Холодильный и отопительный коэффициенты. Роль Карно в развитии термодинамики.

Обобщенный термодинамический цикл поршневых и комбинированных двигателей.

Цикл Отто. Прообразы современных двигателей Отто. Термодинамический цикл Отто.

Цикл Дизеля. Прообразы современных двигателей Дизеля. Термодинамический цикл Дизеля.

Цикл Тринклера. Краткая историческая справка. Термодинамический цикл Тринклера. Сравнительный анализ термодинамических циклов поршневых двигателей.

Термодинамические циклы комбинированных двигателей. Основные схемы. Термодинамический цикл комбинированного двигателя с импульсной турбиной. Термодинамический цикл комбинированного двигателя с турбиной постоянного давления. Термодинамический цикл комбинированного двигателя с промежуточным охлаждением рабочего тела. Термодинамический цикл Стирлинга. О термодинамических циклах роторных двигателей внутреннего сгорания.

2. Термодинамические параметры рабочего тела

Особенности изменения параметров рабочего тела. Локальные параметры. Рабочее тело как многофазная среда. Теплофизические свойства компонентов рабочего тела. Релаксация скорости. Релаксация температуры.

3. Моделирование рабочего процесса в поршневых двигателях

Понятие модели. Однозонная модель. Основные предпосылки создания. Коэффициент избытка воздуха. Основные уравнения. Задачи расчета рабочего процесса. Расчет изменения температуры и давления в рабочем процессе двигателя с внутренним смесеобразованием. Расчет скорости тепловыделения в рабочем процессе двигателя с внутренним смесеобразованием. Особенности однозонной модели двигателя с внешним смесеобразованием.

Двухзонная модель. Основные предпосылки создания. Коэффициент избытка воздуха. Определение мгновенных значений массы рабочего тела в отдельных зонах. Основные уравнения двухзонной модели. Особенности расчета теплообмена в рабочем процессе двигателя с внутренним смесеобразованием. Определение мгновенных значений объема рабочего тела в отдельных зонах. Особенности двухзонной модели рабочего процесса двигателя с внешним смесеобразованием. Сравнительный анализ одно- и двухзонных моделей.

Многозонная модель. Основная система уравнений. Расчет скоростей испарения и сгорания в отдельных зонах. Массообмен между зонами. Теплообмен со стенками КС и отдельными зонами. Анализ результатов расчета.

4. Организация рабочего процесса в поршневых двигателях

Генерация вихревого движения заряда. Интенсивность вихревого движения заряда и методы ее определения. Интенсивность вихревого движения воздушного заряда в быстрходном двигателе с тангенциальными и спиральными впускными каналами. Камеры сгорания и способы смесеобразования в поршневых двигателях. Особенности рабочего процесса в полуразделенных КС. Особенности рабочего процесса в неразделенной КС. О рабочих процессах гибридных двигателей

5. Впрыскивание и распыливание топлива в поршневых двигателях

Впрыскивание топлива. Бензиновые двигатели. Дизели. Характеристики впрыскивания топлива. Влияние многократного впрыскивания на эффективные и экологические показатели рабочего процесса. Теория распада струи жидкого топлива. Вторичное дробление и оптимальные размеры капель. Топливный факел как статистический ансамбль капель различных размеров. Средний диаметр капель топлива. Вывод формулы среднего диаметра капель на основе теории подобия и размерности. Полуэмпирические формулы для расчета среднего диаметра капель. Динамика топливного факела. Полуэмпирические формулы для расчета динамики топливного факела.

6. Испарение топлива в поршневых двигателях

Некоторые особенности испарения топлива. Нестационарная диффузия паров топлива. Подобие процессов тепло- и массообмена. Стефанов поток. Испарение капель топлива в объеме камеры сгорания. Испарение капель топлива на нагретой поверхности стенки камеры сгорания. Расчет пограничного слоя при наличии топливной пленки. Основные предпосылки. Определение времени задержки воспламенения на основе уравнения сохранения энергии. Теория теплового взрыва. Теория зажигания. Экспериментальное исследование задержки воспламенения для различных топлив

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

а) основная литература:

1. Кавтарадзе Р.З., Онищенко Д.О., Зеленцов А.А.. Трехмерное моделирование нестационарных теплофизических процессов в поршневых двигателях [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Р. З. Кавтарадзе, Д. О. Онищенко, А. А. Зеленцов. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. – http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0563.html.
2. Основы теории тепловых процессов и машин. В 2 ч. Ч.II [Электронный ресурс] / Н.Е. Александров и др.; под ред. Н.И. Прокопенко. - 4-е изд. - М. : БИНОМ, 2012." – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996308347.html>.
3. Основы теории тепловых процессов и машин. В 2 ч. Ч. I [Электронный ресурс] // Н.Е. Александров и др.; под ред. Н.И. Прокопенко. - 4-е изд. - М. : БИНОМ, 2012." – Основы теории тепловых процессов и машин. В 2 ч. Ч. I [Электронный ресурс] // Н.Е. Александров и др.; под ред. Н.И. Прокопенко. - 4-е изд. - М. : БИНОМ, 2012." –

б) Дополнительная литература

1. Кавтарадзе Р.З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 720 с.
2. Прокопенко Н. И. Термодинамический расчет идеализированного цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания [Электронный ресурс] : учебное пособие / Прокопенко Н. И. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015.

в) периодические издания:

1. Отраслевые журналы «Известие вузов. Машиностроение», «Двигателестроение», «Двигатель», «Фундаментальные исследования», «Тракторы и сельхозмашины»

г) интернет-ресурсы:

1. Программный комплекс «Diesel RK». Бесплатный удаленный доступ к системе ДИ-ЗЕЛЬ-РК <http://www.diesel-rk.bmstu.ru/Rus/index.php?page=Vozmojnosti>.
2. Онлайн-калькулятор.
<http://ru.onlinesechool.com/math/assistance/equation/gaus/>
3. <http://math.semestr.ru/gauss/gauss.php>
4. http://www.webmath.ru/web/prog13_1.php
5. <http://matematikam.ru/solve-equations/sistema-gaus.php>
6. http://www.math-pr.com/equations_1.php;
7. <http://ru.onlinesechool.com/math/assistance/equation/matr/>;

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЧИСЛЕННЫЕ РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ»

Для выполнения самостоятельных работ и при проведении практических занятий используются ПК в компьютерной классе кафедры. Используются программы Mathcad 12, MATLAB, а также программы, разработанные на кафедре.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО по направлению 13.04.03 «Энергетическое машиностроение», утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1501 от 21. 11. 2014 года, применительно к учебному плану направления 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» (уровень высшего образования – магистратура), утвержденному ректором ВлГУ 04.02.2015 г.

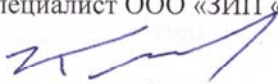
Рабочую программу составил профессор кафедры ТД и ЭУ, д.т.н.



А.Н. Гоц

Рецензент

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

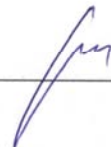


А.Р. Кульчицкий

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _____

Протокол № 19 от 10.02.2015 года

Заведующий кафедрой ТД и ЭУ _____



В.Ф. Гуськов

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

Протокол № 1 от 12.02.2015 года

Председатель комиссии _____



В.Ф. Гуськов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 2 от 06.09.16 года

Заведующий кафедрой _____

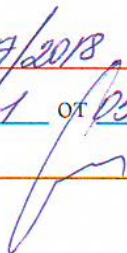


В. Ф. Туськов

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17 года

Заведующий кафедрой _____



В. Ф. Туськов

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 24 от 04.09.18 года

Заведующий кафедрой _____

