

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.23
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические методы моделирования рабочего процесса силовых установок

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

13.03.03 Энергетическое машиностроение

направленность (профиль)

Альтернативные источники энергии транспортных средств

Форма обучения: Очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	8	Итого
Форма контроля	зачёт	
Вид занятий		
Лекции	12	12
Лабораторные	-	0
Практические	48	48
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	-	0
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	60,25	60,25
Самостоятельная работа	83,75	83,75
Контроль	-	0
Итого	144	144

Рабочую программу составил(и):

доцент, доцент, к.т.н., Смоленский В.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки
13.03.03 Энергетическое машиностроение

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Энергетические машины и системы управления»

(протокол заседания № 1 от «02» сентября 2021 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – ознакомление с общими подходами и методами математического моделирования, разработанными в настоящее время, при проектировании изделий энергомашиностроения; освоение практических навыков при работе с использованием специализированных программных продуктов, реализующих различные математические модели процессов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (учебный курс) относится к блоку «Дисциплины (модули)» (Обязательная часть).

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: теория рабочего процесса, конструирование и расчет комбинированных силовых установок, основы САПР.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Производственная практика (преддипломная практика), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации.	Знать:
		<ul style="list-style-type: none">– Правила подготовки материалов для патентования объектов энергетических установок АТС полученных с применений технологий математического моделирования– Основные правила и методики для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации
		Уметь:
		<ul style="list-style-type: none">– Проводить оценку термодинамической эффективности цикла «Отто» в зависимости от величины степени сжатия и показателя политропы сжатия-расширения– Проводить поиск, хранение, обработку, анализ и представления информации по исследуемой теме
		Владеть:
		<ul style="list-style-type: none">– Опытом проведения патентного поиска объектов энергетических установок АТС полученных с применений технологий математического моделирования– Средствами информационных, компьютерных и сетевых технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		информации
ОПК-2. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-2.1 Алгоритмизирует решение задачи и реализует его с помощью программных средств.	Знать: – Современные методы алгоритмического решение задачи
		Уметь: – Моделировать влияния продолжительности сгорания и положения процесса сгорания на термодинамические показатели рабочего цикла – Моделировать содержания остаточных газов в цилиндрах как функции оборотов и нагрузки – Моделировать влияния тепловых потерь в двигателе на термодинамические показатели рабочего цикла – Моделировать составляющих механических потерь двигателя как функции оборотов и нагрузки
		Владеть: – Опытном моделировании влияния коэффициента избытка воздуха на термодинамические показатели рабочего цикла – Опытном реализации метода алгоритмического решение задачи с помощью программных средств
ОПК-4. Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках	ОПК-4.1 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики.	Знать: – Основные законы термодинамики – Основные методы современного моделирования термодинамических процессов
		Уметь: – Анализировать влияние изменений конструкции на выходные характеристики энергетических установок и их компонентов с учетом понимание основных законов термодинамики. – Производить предварительную оценку технико-экономических показателей на проектируемые энергетических установок и их компоненты с учетом понимание основных законов термодинамики.
		Владеть: – Анализ технико-экономических показателей на проектируемые

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>энергетических установок и их компоненты с учетом понимание основных законов термодинамики</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ лучших практик в области создания перспективных энергетических установок и их компонентов с учетом понимание основных законов термодинамики
	ОПК-4.2 Выполняет расчеты основных показателей термодинамических циклов и проводит анализ их эффективности.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Основные показатели термодинамических циклов – Основные методики расчетов основных показателей термодинамических циклов – Основные методики анализа эффективности термодинамических циклов
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Применять нормативную документацию в соответствующей области знаний – Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ – Применять методы анализа научно-технической информации
		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Опытном проведения расчетов основных показателей термодинамических циклов – Навыками проведения анализа эффективности термодинамических циклов
	ОПК-4.6 Проводит исследования и расчет процессов теплообмена в соответствии с заданной методикой.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Методические основы анализа эффективности термодинамических циклов и пути их совершенствования, расчет состояния рабочих тел, способы повышения эффективности теплообменных аппаратов – Основные методики расчета и исследования процессов теплообмена
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Проводить термодинамические расчеты в процессах в теплосиловых

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>установках, находить резервы энергосбережения, использовать физико-математический аппарат для решения проблем термодинамики и тепломассообмена, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> <p>– Проводит исследования и расчет процессов тепломассообмена в соответствии с заданной методикой</p> <p>Владеть:</p> <p>– Навыками определения величин, характеризующих теплофизические свойства термодинамического рабочего тела и эффективность энергоустановок в целом;</p> <p>– Навыками исследования процессов и циклов тепловых машин;</p> <p>– Навыками расчетов рабочих процессов в установках;</p> <p>– Опытом работы с лабораторно-испытательными теплоэлектроизмерительными приборами.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек	Методы проведения поисковых исследований энергетических установок АТС и их компонентов в области математического моделирования.	8	2	–	–	Зачет
	Пр	Правила подготовки материалов для патентования объектов энергетических установок АТС полученных с применений технологий математического моделирования.	8	2	–	–	Зачет Практическая работа №1
	Пр	Патентный поиск объектов энергетических установок АТС полученных с применений технологий математического моделирования.	8	4	–	–	Зачет Практическая работа №2
	Пр	Оценка термодинамической эффективности цикла «Отто» в зависимости от величины степени сжатия и показателя политропы сжатия-расширения	8	2	–	–	Зачет Практическая работа №3
	СР	Проведение маркетинговых исследований научно-технической информации объектов энергетических установок АТС полученных с применений технологий математического моделирования.	8	12	–	–	Зачет
Модуль 2	Лек	Требования нормативной технической документации, технических регламентов, национальных и международных стандартов в отношении энергетических установок АТС и их компонентов.	8	2	–	–	Зачет
	Пр	Анализ технико-экономических показателей на проектируемые энергетических установок АТС и их компоненты с использованием технологий математического моделирования.	8	2	–	–	Зачет Практическая работа №4
	Пр	Анализ лучших практик в области создания перспективных энергетических установок АТС	8	4	–	–	Зачет Практическая работа №5

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		и их компонентов с использованием технологий математического моделирования.					
	Пр	Моделирование составляющих механических потерь двигателя как функции оборотов и нагрузки	8	2	—	—	Зачет Практическая работа №6
	СР	Сбор, обработка, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в области математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов	8	12	—	—	Зачет
Модуль 3	Лек	Корпоративный регламент/стандарт пользования источниками научно-технической информации и справочно-информационными изданиями в области математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов.	8	2	—	—	Зачет
	Пр	Анализ влияния изменений конструкции на выходные характеристики энергетических установок АТС и их компонентов на основании результатов математического моделирования.	8	2	—	—	Зачет Практическая работа №7
	Пр	Предварительная оценка технико-экономических показателей на проектируемые энергетических установок АТС и их компоненты на основании результатов математического моделирования.	8	4	—	—	Зачет Практическая работа №8
	Пр	Моделирование влияния продолжительности сгорания и положения процесса сгорания на термодинамические показатели рабочего цикла	8	2	—	—	Зачет Практическая работа №9
	СР	Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в области математического моделирования энергетических установок АТС и их	8	12	—	—	Зачет

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		компонентов.					
Модуль 4	Лек	Цели и задачи проводимых исследований и разработок с применением математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов. Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов.	8	2	–	–	Зачет
	Пр	Применение нормативной документации в области математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов.	8	2	–	–	Зачет Практическая работа №10
	Пр	Формирование отчета по результатам поисковых исследований с использованием математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов.	8	2	–	–	Зачет Практическая работа №11
	Пр	Моделирование влияния коэффициента избытка воздуха на термодинамические показатели рабочего цикла	8	4	–	–	Зачет Практическая работа №12
	СР	Подготовка предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов по результатам математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов.	8	12	–	–	Зачет
Модуль 5	Лек	Методы и средства планирования и организации исследований и разработок с использованием математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов. Методы проведения	8	2	–	–	Зачет

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации с использованием математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов.					
	Пр	Оформление результатов математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах	8	4	–	–	Зачет Практическая работа №13
	Пр	Применение методов анализа научно-технической информации в области математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов	8	4	–	–	Зачет Практическая работа №14
	СР	Внедрение результатов исследований и разработок в соответствии с установленными полномочиями	8	12	–	–	Зачет
Модуль 6	Лек	Общие сведения о математическом моделировании и математических моделях, применяемых в энергетических установках АТС	8	2	–	–	Зачет
	Пр	Моделирование содержания остаточных газов в цилиндрах как функции оборотов и нагрузки	8	4	–	–	Зачет Практическая работа №15
	Пр	Моделирование влияния тепловых потерь в двигателе на термодинамические показатели рабочего цикла	8	4	–	–	Зачет Практическая работа №16
	СР	Использование источников научно-технической информации и справочно-информационных изданий для анализа изученного материала	8	23,75	–	–	Зачет
Модуль 1-6	ПА	Промежуточная аттестация. Зачёт	8	0,25	–	–	Зачет
Итого:				144			

5. Образовательные технологии

Ведущей деятельностью в процессе обучения является учебная деятельность студентов, характеризующаяся действующей системой познавательных процессов, начиная с восприятия информации и заканчивая сложнейшими творческими процессами, способностями общего и частного характера, эмоциональными явлениями, которые мотивируют многие системы учебных действий, а также общими и частными мотивациями. При реализации данной учебной дисциплины используются следующие технологии:

- технология традиционного обучения. Данная организация учебного процесса основана на лекционно-семинарско-зачетной форме обучения. Методы обучения – наглядные, словесные, практические.

- технология обучения в сотрудничестве – организация учебного процесса, основанного на принципах сотрудничества во временных командах или малых группах, с целью получения качественного образовательного результата. Метод обучения – работа в паре – выполнение практической работы.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Методические рекомендации преподавателям:

1. При проведении лекций рекомендуется четко сформулировать цели изучаемого раздела, пункта и данного занятия.

2. Целесообразно рассматриваемый материал пояснять на элементарных примерах, в том числе из изучавшихся ранее курсов.

3. Полезно в процессе лекционного занятия по рассматриваемой теме довести до студентов её практическое значение для современного состояния в области профессиональной деятельности.

4. Проведение практических занятий организовывать по принципу группового изучения и выполнения при консультации преподавателя в случае затруднения студентов при обсуждении в группе.

Методические указания студентам.

1. Самостоятельную работу следует выполнять непосредственно после заслушивания материала во время лекционных занятий.

2. Во время проведения практических занятий необходимо уяснить вопросы на самостоятельную проработку материала.

3. Подготовку к итоговой аттестации (зачету) необходимо проводить путем прочтения изучаемого раздела и затем письменного его изложения (по памяти) до достижения полного понимания и отображения в виде ответа на изучаемый вопрос.

4. Посещать лекционные занятия и аккуратно вести конспекты.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
8	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по практической работе №1-8 Вопросы к зачету №1-26
8	ОПК-4.1, ОПК-4.2; ОПК-4.6	Отчет по практической работе №9-16 Вопросы к зачету №27-50

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект заданий для практических работ

(наименование оценочного средства)

№ п/п	Наименование практической работы
Практическая работа №1	Правила подготовки материалов для патентования объектов энергетических установок АТС полученных с применений технологий математического моделирования.
Практическая работа №2	Патентный поиск объектов энергетических установок АТС полученных с применений технологий математического моделирования.
Практическая работа №3	Оценка термодинамической эффективности цикла «Отто» в зависимости от величины степени сжатия и показателя политропы сжатия-расширения
Практическая работа №4	Анализ технико-экономических показателей на проектируемые энергетических установок АТС и их компоненты с использованием технологий математического моделирования.
Практическая работа №5	Анализ лучших практик в области создания перспективных энергетических установок АТС и их компонентов с использованием технологий математического моделирования.
Практическая работа №6	Моделирование составляющих механических потерь двигателя как функции оборотов и нагрузки
Практическая работа №7	Анализ влияния изменений конструкции на выходные характеристики энергетических установок АТС и их компонентов на основании результатов математического моделирования.
Практическая работа №8	Предварительная оценка технико-экономических показателей на проектируемые энергетических установок АТС и их компоненты на основании результатов математического моделирования.
Практическая работа №9	Моделирование влияния продолжительности сгорания и положения процесса сгорания на термодинамические показатели рабочего цикла
Практическая работа №10	Применение нормативной документации в области математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов.
Практическая работа №11	Формирование отчета по результатам поисковых исследований с использованием математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов.
Практическая работа №12	Моделирование влияния коэффициента избытка воздуха на термодинамические показатели рабочего цикла
Практическая работа №13	Оформление результатов математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах
Практическая работа №14	Применение методов анализа научно-технической информации в области математического моделирования энергетических установок АТС и их компонентов
Практическая работа №15	Моделирование содержания остаточных газов в цилиндрах как

	функции оборотов и нагрузки
Практическая работа №16	Моделирование влияния тепловых потерь в двигателе на термодинамические показатели рабочего цикла

Типовые примеры заданий

Практическая работа №3

1. Наименование: «Оценка термодинамической эффективности цикла «Отто» в зависимости от величины степени сжатия и показателя политропы сжатия-расширения»
2. Цель: закрепление знаний о параметрах, влияющих на эффективность термодинамического цикла поршневого ДВС.
3. Задачи:
 - построение поля характеристик термодинамического КПД рабочего цикла «Отто» от степени сжатия;
 - построение поля характеристик термодинамического КПД рабочего цикла «Отто» от показателя политропы сжатия-расширения.
 - практическое выполнение работ;
 - формирование выводов и подготовка отчета.
4. Ожидаемый (е) результат (ы) формирование знаний и представлений о влиянии характеристик двигателя и параметров основных процессов рабочего цикла ДВС на его эффективность.
5. Критерии оценки:
 - оценка «зачтено» выставляется студенту, если получен правильный ответ на более 50% контрольных вопросов по практической работе;
 - оценка «не зачтено» выставляется студенту, если получен неправильный ответ на более 50% контрольных вопросов по практической работе
6. Контрольные вопросы по практической работе:
 1. Расскажите о видах энергии и их взаимных преобразованиях, освоенных человечеством;
 2. Идеальные термодинамические циклы, положенные в основу функционирования ДВС;
 3. Что такое – "рабочий объем" цилиндра и двигателя?
 4. Что такое полный объем цилиндра и степень сжатия?
 5. Почему величина степени сжатия определяет тип двигателя?
 6. Влияние степени сжатия ϵ на индикаторный КПД.
 7. Как влияют на индикаторный КПД геометрические параметры двигателя?
 8. Какие преобразования энергии и как происходят в двигателе?
 9. Как следует изменять параметры цикла для увеличения $L_{ц}$?
 10. Отличие действительного термодинамического цикла ДВС от идеального.
 11. Действительный процесс расширения продуктов сгорания. Его отличия от идеального процесса.

Практическая работа №6

1. Наименование: «Моделирование составляющих механических потерь двигателя как функции оборотов и нагрузки»
2. Цель: закрепление знаний по механической эффективности поршневого ДВС.
3. Задачи:
 - моделирование зависимостей составляющих механических потерь от оборотов двигателя;
 - моделирование механического КПД двигателя с искровым зажиганием от нагрузки;
 - моделирование механического КПД двигателя с воспламенением от сжатия.

- практическое выполнение работ;
- формирование выводов и подготовка отчета.

4. Ожидаемый (е) результат (ы) формирование знаний и представлений о составляющих механических потерь поршневого ДВС.

5. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если получен правильный ответ на более 50% контрольных вопросов по практической работе;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если получен неправильный ответ на более 50% контрольных вопросов по практической работе

6. Контрольные вопросы по практической работе:

1. Структура индикаторного КПД.
2. Как влияют на индикаторный КПД геометрические параметры двигателя?
3. Что входит в понятие мощности механических потерь?
4. Зависимость мощности механических потерь от условий работы ДВС
5. Что такое "среднее давление механических потерь" и "среднее эффективное давление"?
6. Как рассчитывают мощность механических потерь?
7. Какие факторы влияют на эффективные параметры ПД?
8. Структура эффективного КПД. Что и как он учитывает?

Практическая работа №9

1. Наименование: «Моделирование влияния продолжительности сгорания и положения процесса сгорания на термодинамические показатели рабочего цикла»

2. Цель: формирование знаний и представлений об эффективном процессе сгорания в ДВС.

3. Задачи:

- моделирование зависимости термодинамического КПД рабочего цикла двигателя от продолжительности процесса сгорания;
- моделирование зависимости термодинамического КПД рабочего цикла двигателя от положения процесса сгорания относительно ВМТ.
- практическое выполнение работ;
- формирование выводов и подготовка отчета.

4. Ожидаемый (е) результат (ы) формирование знаний и представлений о современных методах расчета процесса сгорания в автотракторных ДВС, закрепление знаний и представлений о предмете обучения, формирование практических навыков самостоятельного выполнения работ.

5. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если получен правильный ответ на более 50% контрольных вопросов по практической работе;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если получен неправильный ответ на более 50% контрольных вопросов по практической работе

6. Контрольные вопросы по практической работе:

1. Почему процесс горения происходит при движении поршня, а не в ВМТ?
2. Отличие действительного термодинамического цикла ДВС от идеального.
3. Время, которое отводится на совершение процесса горения в ДВС. На какие фазы можно разделить этот процесс?
4. Расшифруйте понятие "полная энтальпия" индивидуального вещества или ТВС.
5. Топлива, применяемые в ДВС. Перечень основных требований к ним.
6. Высшая и низшая теплотворности топлива.
7. Что такое "ламинарное пламя" и какова скорость его распространения?
8. Что такое "турбулентное пламя" и какова скорость его распространения?
9. Влияние режимных факторов на протекание процесса горения.

10. Влияние конструктивных факторов на протекание процесса горения.
11. Как учитывается в расчётах снижение теплотворности рабочей смеси и другие потери энергии, полученной в химических реакциях окисления?
12. Схема расчёта процесса горения: основные применяемые уравнения и принцип расчёта температуры в конце видимого процесса горения.
13. Что происходит при горении в цилиндре дизеля? Почему эту схему организации процесса сложно, а чаще – невозможно, воспроизвести в бензиновом ДВС?

Практическая работа №12

1. Наименование: «Моделирование влияния коэффициента избытка воздуха на термодинамические показатели рабочего цикла»
2. Цель: изучить особенности работы поршневого ДВС на различных составах ТВС.
3. Задачи:
 - моделирование молекулярного состава отработавших газов при различных коэффициентах избытка воздуха;
 - моделирование основных термодинамических параметров рабочего цикла поршневого ДВС в зависимости от коэффициента избытка воздуха.
 - практическое выполнение работ;
 - формирование выводов и подготовка отчета.
4. Ожидаемый (е) результат (ы) формирование знаний и представлений о работе автотракторных ДВС при различных составах ТВС.
5. Критерии оценки:
 - оценка «зачтено» выставляется студенту, если получен правильный ответ на более 50% контрольных вопросов по практической работе;
 - оценка «не зачтено» выставляется студенту, если получен неправильный ответ на более 50% контрольных вопросов по практической работе
6. Контрольные вопросы по практической работе:
 1. Чем дизель принципиально отличается от ДсИЗ?
 2. Схема поршневого ДВС с наименованием его основных элементов.
 3. Связь параметров цикла с параметрами процессов этого цикла.
 4. Как влияют на индикаторный КПД коэффициент избытка воздуха и угол опережения зажигания?
 5. Как изменяются эффективная мощность и эффективный крутящий момент по ВСХ?
 6. Как определить наиболее экономичный режим эксплуатации ДВС?
 7. Почему в двигателях с внешним смесеобразованием невозможно применение качественного способа регулирования режима работы?

Практическая работа №15

1. Наименование: «Моделирование содержания остаточных газов в цилиндрах как функции оборотов и нагрузки»
2. Цель: изучить особенности работы ПДВС на режимах частичной нагрузки.
3. Задачи:
 - моделирование зависимостей содержания остаточных газов в цилиндре двигателя от оборотов двигателя;
 - моделирование содержания остаточных газов в цилиндре двигателя с искровым зажиганием от нагрузки;
 - моделирование содержания остаточных газов в цилиндре двигателя с воспламенением от сжатия.
 - практическое выполнение работ;
 - формирование выводов и подготовка отчета.
4. Ожидаемый (е) результат (ы) формирование знаний и представлений о работе автотракторных ДВС на режимах частичной нагрузки.

5. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если получен правильный ответ на более 50% контрольных вопросов по практической работе;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если получен неправильный ответ на более 50% контрольных вопросов по практической работе

6. Контрольные вопросы по практической работе:

1. Что такое "остаточные газы", "продувка" и "дозарядка" цилиндра?
2. Влияние количества остаточных газов на величину коэффициента наполнения.
3. Влияние гидравлического сопротивления впускной системы двигателя на величину коэффициента наполнения.
4. Время-сечение органов газообмена, его изменение по углу поворота коленчатого вала.
5. Влияние температуры и количества остаточных газов на величину коэффициента наполнения.
6. Влияние температуры свежего заряда на коэффициент наполнения.
7. Как рассчитывается коэффициент остаточных газов?
8. Действительный процесс выпуска отработавших газов. Фазы процесса.
9. Насосные ходы поршня. Работа насосных ходов.

Практическая работа №16

1. Наименование: «Моделирование влияния тепловых потерь в двигателе на термодинамические показатели рабочего цикла»

2. Цель: оценка влияния тепловых потерь в двигателе на эффективность рабочего цикла при моделировании на основании различных зависимостей коэффициента теплоотдачи.

3. Задачи:

- моделирование зависимости термодинамического КПД рабочего цикла двигателя с учетом тепловых потерь;
- практическое выполнение работ;
- формирование выводов и подготовка отчета.

4. Ожидаемый (е) результат (ы) формирование знаний и представлений о процессе теплоотдачи в цилиндрах двигателя.

5. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если получен правильный ответ на более 50% контрольных вопросов по практической работе;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если получен неправильный ответ на более 50% контрольных вопросов по практической работе

6. Контрольные вопросы по практической работе:

1. Индикаторная работа и среднее индикаторное давление. Их графическое и аналитическое представление.
2. Параметры, характеризующие топливную экономичность ДВС. Формулы для их расчёта.
3. Расчёт показателя политропы расширения и параметров рабочего тела в конце этого процесса.
4. Отличие реального процесса сжатия в ДВС от идеального.
5. Формула Вошни для определения коэффициента теплоотдачи от рабочего тела в стенки камеры сгорания.
6. Формула Хохенберга для определения коэффициента теплоотдачи от рабочего тела в стенки камеры сгорания.
7. Формула Эйхельберга для определения коэффициента теплоотдачи от рабочего тела в стенки камеры сгорания.

8.Формула Аннанда для определения коэффициента теплоотдачи от рабочего тела в стенки камеры сгорания.

9.Формула Ленина-Кострова для определения коэффициента теплоотдачи от рабочего тела в стенки камеры сгорания.

10.Формула Кавтарадзе для определения коэффициента теплоотдачи от рабочего тела в стенки камеры сгорания.

Краткое описание и регламент выполнения

Цель: Изучения подходов и методик, позволяющих проводить поисковые исследования по созданию перспективных энергетических установок АТС и их компонентов.

Ожидаемый (е) результат (ы) формирование знаний и представлений о современном состоянии подходов и методик математического моделирования, позволяющих проводить поисковые исследования по созданию перспективных энергетических установок АТС и их компонентов.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно выполнено содержание отчета и получено более 50% положительных ответов на вопросы при обсуждении;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если неправильно выполнено содержание отчета и не получено более 50% положительных ответов на вопросы при обсуждении.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр _____ 8 _____

№ п/п	Вопросы к зачету (устно)
1.	Круг задач, решаемых с помощью математического моделирования рабочих процессов ДВС
2.	Основные классы математических моделей, применяемых при математическом моделировании рабочих процессов ДВС
3.	Основные понятия и определения математического моделирования. Виды моделей.
4.	Математические модели и их использование при создании и исследованиях ДВС
5.	Место математических моделей в системах автоматизированного проектирования
6.	Свойство и особенности теоретических математических моделей
7.	Процесс создания математической модели, его этапы
8.	Виды математических моделей. Теоретические модели процессов ДВС. Современное состояние, преимущества, недостатки
9.	Значение экспериментальных исследований (испытаний) при математическом моделировании ДВС
10.	Виды математических моделей. Эмпирические модели, их преимущества, недостатки и применение в системе теоретического анализа ДВС
11.	Этапы математического моделирования (постановка задачи, построение математической модели, решение уравнений модели, оценка и формальный анализ решения, содержательный анализ решения с позиций предметной области)
12.	Программное обеспечение для проектирования, моделирования и оптимизации двигателей (области применения, основные возможности, перспективы)
13.	Охарактеризуйте подход к численному решению уравнений гидрогазодинамики, принятый в CFD-пакетах общего назначения
14.	Какие уравнения составляют математическую модель процессов гомогенного горения общего вида?
15.	Какие уравнения составляют модель процессов в открытой термодинамической системе?
16.	Удельные мольная энтальпия H_k и внутренняя энергия U_k , мольные теплоемкости при $p = \text{const}$ и $v = \text{const}$, их взаимосвязь.
17.	Объясните сущность эффектов Соре, Дюфура и бародиффузии
18.	Охарактеризуйте подходы к расчету на ЭВМ турбулентного горения по осредненным (RANS) и по «отфильтрованным» (LES) уравнениям?
19.	Одномерные математические модели. Их возможности, способы решения систем уравнений.
20.	Двухмерные математические модели. Их возможности, способы решения систем уравнений.
21.	Трехмерные математические модели. Их возможности, способы решения систем уравнений.
22.	Математические модели процессов в поршневых двигателях (квазистационарные: одно, двух и много зонные). Их принципиальные отличия и возможности.
23.	Расчётные схемы. Правила выбора начальных и граничных условий.
24.	Методы оценки адекватности модели.
25.	Исходное уравнение и модель процессов сжатия и расширения рабочего тела в

№ п/п	Вопросы к зачету (устно)
	цилиндре.
26.	Что представляют собой характеристики тепловыделения (выгорания топлива)?
27.	Эмпирическое уравнение тепловыделения И.И. Вибе
28.	Уравнения для вычисления приращения давления рабочего тела в цилиндре двигателя в процессе сгорания.
29.	Особенности модели процесса сгорания Н.Ф. Разлейцева
30.	Расчёт расходов газа через отверстия в системе газообмена. Коэффициенты расхода
31.	Математическая модель процессов газообмена в цилиндре двигателя
32.	Расчёт состава рабочего тела и его теплоёмкостей при работе двигателей на различном топливе
33.	Квазистационарные, двухзонные математические модели процессов в поршневых двигателях. Принимаемые допущения, области применения.
34.	Особенности модели процесса сгорания с использованием характеристики тепловыделения в дизеле
35.	Модель процесса сгорания с использованием характеристики тепловыделения в двигателях с воспламенением от искры
36.	Принятие начальных и граничных условий. Оценка адекватности модели
37.	Состав горючей смеси. Расчет теплотворной способности топлива и горючей смеси. Зависимость теплотворности горючей смеси от состава топлива и коэффициента избытка воздуха.
38.	Моделирование теплоотдачи в цилиндрах поршневого ДВС.
39.	Модели фронтального горения
40.	Базовые уравнения при математическом моделировании рабочего процесса поршневого ДВС
41.	Математическая модель образования вредных веществ в продуктах сгорания
42.	Влияние коэффициента избытка воздуха и вида топлива на образование токсичных составляющих
43.	Влияние угла опережения зажигания и степени сжатия на экономические и токсические показатели поршневого ДВС
44.	Влияние частоты вращения коленчатого вала и параметров на впуске на экономические и токсические показатели поршневого ДВС с искровым зажиганием
45.	Расскажите, что представляет собой программная реализация модели (программный модуль, тестовый модуль, тестовая программа и тестовая задача)
46.	Охарактеризуйте пакеты программ общего назначения для моделирования процессов. Приведите пример конкретного пакета.
47.	Методика и критерии выбора типа модели для решения конкретной задачи
48.	Какие предпосылки и допущения принимаются при моделировании газотурбинного наддува (турбонаддува)?
49.	Особенности моделирования многотопливного рабочего процесса
50.	Особенности моделирования перспективных процессов организации сгорания в поршневых ДВС

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
8	Зачет (устно)	«зачтено»	Оценки "зачтено" заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой.
		«не зачтено»	Оценка "не зачтено" выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Тарасик, В. П.	Математическое моделирование технических систем	Учебник	2020	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	Б. А. Горлач, В. Г. Шахов	Математическое моделирование: построение моделей и численная реализация	Учебное пособие	2021	ЭБС "Лань"
3	В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец	Основы методов оптимизации	Учебное пособие	2021	ЭБС "Лань"
4	Голубева Н. В.	Математическое моделирование систем и процессов	Учебное пособие	2021	ЭБС "Лань"
5	Л. И. Высоцкий, Г. Р. Коперник, И. С. Высоцкий	Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости	Учебное пособие	2022	ЭБС "Лань"
6	Петров, А. И.	Техническая термодинамика и теплопередача	Учебник	2023	ЭБС «Лань»
7	Суркин, В. И.	Основы теории и расчёта автотракторных двигателей	Учебное пособие	2022	ЭБС "Лань"
8	Крюков К. С.	Теория и конструкция силовых установок	Учебное пособие	2021	ЭБС "ZNANIUM.COM"
9	В. С. Курасов, В. В. Драгуленко	Теория двигателей внутреннего сгорания	Учебное пособие	2021	ЭБС "ZNANIUM.COM"
10	О. С. Логунова [и др.].	Обработка экспериментальных данных на ЭВМ	Учебник	2020	ЭБС "ZNANIUM."

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
					СОМ"
11	Логуновой О. С.	Представление и визуализация результатов научных исследований	Учебник	2020	ЭБС "ZNANIUM.COM"

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Кавтарадзе Р.З., Онищенко Д.О., Зеленцов А.А.	Трехмерное моделирование нестационарных теплофизических процессов в поршневых двигателях.	Учебное пособие	2012	ЭБС "IPRbooks"
2	Ассад М.С., Пенязьков О.Г.	Продукты сгорания жидких и газообразных топлив. Образование, расчет, эксперимент.	Монография	2010	ЭБС "IPRbooks"
3	Суркин В. И.	Основы теории и расчета автотракторных двигателей	учебное пособие	2020	5
4	Наумов С. А.	Методика выполнения теплового и динамического расчетов двигателей	учебное пособие	2015	ЭБС "IPRbooks"
5	Косова Е. Н. [и др.]	Компьютерные технологии в научных исследованиях	учебное пособие	2015	ЭБС "IPRbooks"
6	Баландина Н. В.	Основы экспериментальных исследований	учебное пособие	2015	ЭБС "IPRbooks"

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- WebofScience [Электронный ресурс]: мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016. – Режим доступа: apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс]: реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа: scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Москва: НЭБ, 2000. – Режим доступа: elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink [Электронный ресурс]: [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа: link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect [Электронный ресурс]: коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа: sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	Антиплагиат	985/2016 от 06.10.2016
4	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 234/10/21-К от 19.10.2021, срок действия – до 01.03.2022

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Б-208. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Стол�ы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, доска аудиторная (меловая), стул, ДВС Д-30-37, настенные плакаты, ДВС В-2, ДВС ЗиЛ 130, ДВС АЗЛК412, ДВС ВА31111, блок картер в сборе РПД, наглядное пособие "Шатуны", газотурбинный двигатель, редуктор ГТД, электрический стенд "Система охлаждения", электрический стенд "Система смазки", РПД, ДВС ВА3 2108,

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
		наглядное пособие "Коленчатые валы", наглядное пособие "Поршни" стеллажи с узлами и агрегатами ДВС
2	Б-209. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столбы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, кафедра, доска аудиторная (меловая), экран.
3	Б-212. Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	столы ученические, доска аудиторная, стол преподавательский, стулья ученические, сканер, шкаф книжный, ПК, доска аудиторная (меловая)
4	Б-214. Лаборатория "Газовая динамика"	стеллаж с наглядными пособиями, стеллаж с лабораторными пособиями, вакуумный привод, столы ученические двухместные (моноблоки), доска аудиторная, турбокомпрессор, вакуумная заслонка, вакуумметр, наглядные пособия, стол преподавательский, стул преподавательский.
5	Б-104. Учебно-моторный бокс	Столбы ученические, стулья ученические, частотметр электроносчетный ЧЗ-34А, вольтметр универсальный В7-21, электронный тахометр ТЦ-3, топливный расходомер, весы, двигатель бензиновый ВА3-2114, тормозная установка MEZ Vsetin, ресивер., лавка мягкая., шкаф металлический., двигатель дизельный Д-37Б., индикатор МАИ-2А., манометровый стенд., манометр

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
		жидкостный, узел пожаротушения ОУ-3-ВСУ
6	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Стол� ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет