

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ФИО: Максимов Алексей Борисович
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Должность: директор департамента по образовательной политике
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Дата подписания: 29.09.2023 11:29:38
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

УТВЕРЖДАЮ
Декан транспортного факультета

М.Н. Лукьянов/

" 30 " августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование рабочих процессов в энергетических установках»

Направление подготовки
13.04.03 «Энергетическое машиностроение»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная
Год набора
2022

Москва 2022

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Моделирование рабочих процессов в энергетических установках» является:

Формирование знаний и навыков математического моделирования термодинамических, газодинамических и других процессов при получении тепловой энергии и преобразовании её в механическую энергию в поршневых двигателях внутреннего сгорания.

Задачи дисциплин

- сформировать знания и практические навыки моделирования рабочих процессов в поршневом двигателе;
- обучить умению оценивать адекватность теоретического исследования;
- изучить расчетные методы исследования при совершенствовании поршневых двигателей.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина входит в обязательную часть блока Б.1.2, формируемую участниками образовательных отношений, подраздел Б 1.2.07.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения, навыки, формируемые предшествующими дисциплинами бакалавриата: «Термодинамика», «Моделирование задач теплообмена для энергоустановок», «Рабочие процессы в ДВС и их системах».

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной будут востребованы при прохождении преддипломной практики и сдачи государственной итоговой аттестации.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции выпускника	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Профессиональная компетенция	ПК-1. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	Знать: – Методики оценки результатов, проведенных самостоятельных опытно-конструкторских работ с использованием математического моделирования рабочих процессов энергоустановок (ММРП). – Методики представления результатов исследований и опытно-конструкторских работ Уметь: – Оценивать результаты проведенного самостоятельного исследования на базе ММРП энергоустановок – Оценивать результаты проведенных самостоятельных опытно-конструкторских работ с использованием ММРП энергоустановок. – Представлять результаты исследований и опытно-конструкторских работ Владеть: – Методиками оценки результатов проведенного самостоятельного исследования на базе ММРП энергоустановок – Методиками оценки результатов, проведенных самостоятельных опытно-конструкторских работ с использованием ММРП энергоустановок.

		– Методиками представления результатов исследований и опытно-конструкторских работ
Профессиональная компетенция	ПК-2. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	Знать: – Методики ММРП энергоустановок – Методики оценки результатов проведенного исследования на базе ММРП энергоустановок Уметь: – Проводить научные исследования и опытно-конструкторские работы на базе ММРП энергоустановок в рамках тематики организации – Анализировать результаты проведенного исследования на базе ММРП энергоустановок в рамках тематики организации Владеть: – Навыками проведения исследований на базе ММРП энергоустановок в рамках тематики организации – Навыками проведения опытно-конструкторских работ на базе ММРП энергоустановок в рамках тематики организации – Методиками оценки результатов проведенного исследования на базе ММРП энергоустановок

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами. Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

4. Структура и содержание дисциплины

Очная форма

Дисциплина читается на 1 семестре

Промежуточная аттестация – экзамен

Общая трудоемкость дисциплины - 4 зачетные единицы

Общее количество часов по структуре - 144

Количество аудиторных часов – 72

Количество часов лекций – 36

Количество часов лабораторных занятий - 36

Количество часов семинаров и практических занятий - 0

Количество часов самостоятельной работы – 72

4.1. Содержание лекционного курса дисциплины

Модуль 1. Математическое моделирование рабочих процессов ДВС.

ЛЕКЦИЯ 1. Расчетно-теоретические исследования рабочего процесса

§1. Введение.

§2. Историческая справка.

§3. Математическое моделирование процесса теплообмена.

§4. Математическое моделирование как способ конструирования новых, экологически чистых ДВС

ЛЕКЦИЯ 2. Математическое моделирование рабочих процессов ДВС.

§1. Топливо, воздух, продукты сгорания.

- §2. Теоретически необходимое количество воздуха.
- §3. Количество свежего заряда (горючей смеси), приходящегося на массовую или объемную единицу топлива.
- §4. Состав продуктов сгорания

ЛЕКЦИЯ 3. Математическое моделирование рабочих процессов ДВС.

- §1. Теплота сгорания.
- §2. Газовая постоянная смеси газов.
- §3. Средние теплоемкости рабочего тела.
- §4. Математическое моделирование индикаторных процессов в ДВС.

ЛЕКЦИЯ 4. Математическое моделирование рабочих процессов ДВС.

- §1. Теплообмен в цилиндре в течение рабочего цикла.
- §2. Математическое моделирование процесса впуска.
- §3. Математическое моделирование процесса сжатия.
- §4. Математическое моделирование процесса сгорания.
- §5. Математическое моделирование процесса расширения (без сгорания).
- §6. Математическое моделирование процесса выпуска.
- §7. Математическое моделирование процесса одновременного впуска и выпуска.

ЛЕКЦИЯ 5. Математическое моделирование индикаторных процессов в ДВС.

- §1. Особенности индикаторных процессов в дизелях.
- §2. Методика определения параметров индикаторного цикла в дизелях.
- §3. Параметры, характеризующие качество наполнения цилиндра.
- §4. Индикаторные показатели ДВС.
- §5. Эффективные показатели ДВС.
- §6. Тепловой баланс ДВС.

ЛЕКЦИЯ 6. Двухзонная математическая модель бензинового двигателя.

- §1. Основные предпосылки. Коэффициент избытка воздуха для двухзонной модели.
- §3. Основные уравнения двухзонной модели. 98
- §3.1. Уравнения состояния и энергии для несгоревшей зоны.
- §3.2. Уравнения состояния и энергии для сгоревшей зоны.
- §4. Особенности расчета теплообмена при двухзонной модели рабочего процесса двигателя с внутренним смесеобразованием.
- §5. Определение объемов несгоревших и сгоревших зон.

Модуль 2. Математическое моделирование процессов образования вредных веществ в цилиндре дизеля.

ЛЕКЦИЯ 7. Математическое моделирование процессов образования вредных веществ в цилиндре дизеля.

- §1. Обоснование выбора базовой модели для расчета рабочего процесса дизеля.
- §2. Двухзонная математическая модель рабочего процесса и процессов образования оксидов азота в дизеле.
- §2.1. Особенности модели.
- §2.2. Определение свойств рабочего тела.
- §2.3. Расчет процесса сгорания.

ЛЕКЦИЯ 8. Расчет образования оксидов азота.

- §1. Основные группы оксидов азота при горении углеводородных топлив.
- §2. Стадии сгорания сложных углеводородов.
- §3. Первая фаза сгорания более сложных, чем метан, углеводородов (диметиловый эфир).
- §4. Расчет концентрации и выбросов оксидов азота.
- §5. Анализ различных механизмов образования оксидов азота.
- §6. Пример проверки адекватности двухзонной модели и модели образования оксидов азота.

ЛЕКЦИЯ 9. Многозонная модель для расчета локальных показателей процесса сгорания.

- §1. Расчетная схема топливной струи.
- §2. Расчет топливной струи.
- §3. Оценка локальных значений температур, концентраций топлива, воздуха, компонентов продуктов сгорания.
- §4. Оценки концентрации оксидов азота.
- §5. Общие сведения о составе дизельных частиц.

ЛЕКЦИЯ 10. Этапы образования частиц.

- §1. Общие сведения.
- §2. Образование предвестников частиц.
- §3. Зарождение частиц.
- §4. Коагуляция частиц.
- §5. Рост частиц.
- §6. Выгорание частиц.
- §7. Анализ существующих моделей образования и выгорания частиц.

ЛЕКЦИЯ 11. Модели образования и выгорания частиц.

- §1. Модель С.А. Батурина.
- §2. Модель R.P. Lindstedt .
- §3. Сопоставление результатов расчетов по различным моделям.
- §4. Математическая модель процессов образования и выгорания частиц.

ЛЕКЦИЯ 12. Метод математического моделирования процессов сгорания в двигателях с искровым зажиганием, учитывающий сложную картину явлений, происходящих в камере сгорания при распространении пламени.

- §1. Моделирование рабочих процессов в поршневом бензиновом ДВС.
- §2. Определение параметров состояния рабочего тела (РТ) в полостях системы газообмена.
- §3. Математическая модель процесса сгорания.
- §4. Температурное поле в камере сгорания.

Модуль 3. Математическое моделирование процессов сгорания в двигателях с искровым зажиганием, учитывающее сложную картину явлений, происходящих в камере сгорания при распространении пламени.

ЛЕКЦИЯ 13. Нормальная скорость сгорания.

- §1. Соотношение между массой и объемом выгоревшего заряда.
- §2. Скорость химических реакций окисления паров топлива.
- §3. Нормальная скорость сгорания.

ЛЕКЦИЯ 14. Влияние масштаба турбулентных пульсаций на скорость распространение пламени.

- §1. Турбулентное распространение пламени.
- §2. Продолжительность первой фазы сгорания.
- §3. Скорость и характер движения газа в конце сжатия – начале.
- §4. Программа моделирования процесса сгорания с помощью ЭВМ.

ЛЕКЦИЯ 15. Глубина зоны горения в разных фазах сгорания.

- §1. Глубина зоны горения.
- §2. Расчеты глубины зоны турбулентного пламени.
- §3. Зависимость глубины зоны горения от разных факторов.
- §4. Распространение пламени и коэффициент тепловыделения.

ЛЕКЦИЯ 16. Образование и моделирование токсических продуктов в цилиндре поршневого бензинового двигателя.

- §1. Основные токсические компоненты отработавших газов бензиновых двигателей.
- §2. Образование оксида углерода.
- §3. Влияние различных факторов на выделение CO.
- §4. Образование оксидов азота.
- §5. Влияние различных факторов на выброс оксидов азота.
- §6. Образование углеводородов .

ЛЕКЦИЯ 17. Математическое моделирование образования NOx в бензиновом двигателе.

- §1. Образование NOx в бензиновом двигателе.
- §2. Реакции образования оксидов азота.
- §3. Образование NO в инертной среде продуктов сгорания.
- §4. Последовательные и параллельно-последовательные реакции образования окислителя и окисления N₂.
- §5. Образование NO в зоне пламени.
- §6. Образование NO в зоне продуктов сгорания.

ЛЕКЦИЯ 18. Оценка влияния физических свойств растительного масла на дисперсное состояние топливной струи.

- §1. Реакции образование оксида углерода.
- §2. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания пальмового масла.
- §3. Влияние физических свойств растительного масла на путь, проходимый топливной струей от распылителя до границы между начальным и основным участками развития струи.
- §4. Влияние физических свойств растительного масла на время достижения топливной струей стенки камеры сгорания.
- §5. Оценка влияния физических свойств растительного масла на дисперсное состояние топливной струи.
- §6. Оценка влияния физических свойств растительного масла на угол раскрытия топливной струи.

4.2. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены

4.3. Лабораторные

Расчет течения газа во впускном трубопроводе.

- Лабораторная работа 1. Расчет процесса наполнения.
- Лабораторная работа 2. Расчет газо– и термодинамических процессов при перекрытии клапанов.
- Лабораторная работа 3. Расчет процесса сжатия бензинового двигателя.
- Лабораторная работа 4. Расчет процесса впрыска топлива бензинового двигателя.
- Лабораторная работа 5. Расчет процесса воспламенения топлива бензинового двигателя.
- Лабораторная работа 6. Расчет процесса сгорания топлива бензинового двигателя.
- Лабораторная работа 7. Расчет процесса расширения бензинового двигателя.
- Лабораторная работа 8. Расчет процесса выпуска бензинового двигателя.
- Лабораторная работа 9. Расчет процесса сжатия дизеля.
- Лабораторная работа 10. Расчет процесса впрыска топлива дизеля.
- Лабораторная работа 11. Расчет процесса воспламенения топлива дизеля.
- Лабораторная работа 12. Расчет процесса сгорания топлива дизеля.
- Лабораторная работа 13. Расчет процесса расширения дизеля.
- Лабораторная работа 14. Расчет процесса выпуска дизеля.
- Лабораторная работа 15. Расчет работы компрессора, турбины и др. агрегатов.

4.4. Тематика курсовых

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

4.5. Темы для самостоятельной работы студентов

- Методы математического программирования.
- Ограничения при создании интегрированной модели. Основной вид интегрирования моделей.
- Смесеобразование в бензиновых двигателях и его влияние на характер течения.
- Смесеобразование в дизелях
- Течение затопленной струи и газообмен при перекрытии клапанов.
- Физико–химические основы моделирования образования в продуктах сгорания CO, CH, NOX и твёрдых частиц.
- Детонация, и её математическое моделирование.
- Особенности программирования в системах DELPHI, C–BILDER и VISUAL C.
- Язык программирования Object Pascal.
- Язык программирования C ++.
- Интегрированные системы разработки программного обеспечения.

5. Образовательные технологии

Для обучения дисциплине выбраны следующие образовательные технологии.

Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, и практических работ. Дает возможность сконцентрировать материал в блоки и преподносить его как единое целое, а контроль проводить по предварительной подготовке обучающихся.

Выполнение плана самостоятельной работы, самостоятельное изучение теоретического курса.

Возможность взаимодействия, взаимного обучения и взаимного контроля обучающихся в процессе практических работ; формирование навыков командной работы и формирование лидерских компетенций отдельных обучающихся.

Чтение лекций с иллюстрациями на меловой или маркерной доске и ведение конспекта обучающимися с последующей проверкой конспекта.

Обучение с помощью технических средств обучения. Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования, формирование навыков самостоятельного применения средств измерений.

Освоение теоретического курса по учебникам и нормативно техническим документам

Обучение с помощью информационных и коммуникационных технологий. Освоение теоретического курса по интернет-ресурсам и информационно-справочным системам.

Подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью настоящей рабочей программы и представлен отдельным документом в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Баширов, Р. М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета : учебник / Р. М. Баширов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-2741-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://reader.lanbook.com/book/96242>
2. Автомобильные двигатели. Рабочие процессы, конструкция, основы расчёта и эксплуатации : учебник / Н. Г. Фаталиев, М. М. Аливагабов, А. Х. Бекеев, М. А. Арсланов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2018. — 316 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://reader.lanbook.com/book/113001#1>

б) Дополнительная литература:

1. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для вузов / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 308 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01738-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511615>
2. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 2. Энергетическое использование теплоты : учебник / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 199 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06943-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/516585>

в) Информационное обеспечение дисциплины:

Операционная система, Windows 7(или ниже) - Microsoft Open License

Офисные приложения, Microsoft Office 2013(или ниже) - Microsoft Open License

Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://минобрнауки.рф/> - Министерство образования и науки РФ;

<http://fcior.edu.ru/> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;

<http://fgosvo.ru/> - Портал Федеральных государственных образовательных стандартов;

<http://www.consultant.ru/> - Справочная правовая система «Консультант Плюс»;

<http://www.garant.ru/> - Справочная правовая система «Гарант»;

<http://www.edu.ru/> - Российское образование. Федеральный портал;

<http://www.opengost.ru/> - Сайт, содержащий полные тексты нормативных документов

Перечень информационных систем:

1. Научная библиотека Московского политехнического университета.
<http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog>
База данных содержит в себе 102678 учебных материалов различной направленности 1939 из которых полнотекстовые. Доступ к электронному каталогу можно получить с любого устройства, имеющим подключение к интернету.
2. Электронный каталог БиЦ МГУП.
<http://mgup.ru/library/>
Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.
3. ЭБС «КнигаФонд».
<http://www.knigafund.ru/>
ЭБС «КнигаФонд» - это десятки тысяч актуальных электронных учебников, учебных пособий, научных публикаций, учебно-методических материалов;
4. ЭБС издательства «ЛАНЬ».
<https://e.lanbook.com/>
ЭБС «ЛАНЬ» - ресурс, предоставляющий online-доступ к научным журналам и полнотекстовым коллекциям книг различных издательств.
Доступ к ЭБС издательства «ЛАНЬ» осуществляется со всех компьютеров университета.
5. ЭБС «Polpred».
<http://polpred.com/news>
ЭБС представляет собой архив важных публикаций, собираемых вручную. База данных с рубрикаторм: 53 отрасли/ 600 источников/ 9 федеральных округов РФ/ 235 стран и территорий/ главные материалы/ статьи и интервью 8000 первых лиц. Для доступа к полным текстам ЭБС с компьютеров на территории учебных корпусов университета авторизация не требуется.
6. «КиберЛенинка» - научная библиотека открытого доступа.
<http://cyberleninka.ru/>
Это научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access).
Библиотека комплектуется научными статьями, публикациями в журналах России и ближнего зарубежья. Научные тексты, представленные в библиотеке, размещаются в интернете бесплатно, в открытом доступе. Пользователям библиотеки предоставляется возможность читать научные работы с экрана планшета, мобильного телефона и других современных мобильных устройств.
7. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU».
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>
Крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций, обладающая богатыми возможностями поиска и анализа научной информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) - созданным по заказу Минобрнауки РФ бесплатным общедоступным инструментом измерения публикационной активности ученых и организаций.
8. Реферативная и наукометрическая электронная база данных «Scopus».
<https://www.scopus.com/home.uri>
Индексирует не менее 20500 реферируемых научных журналов, которые издаются не менее чем 5000 издательствами и содержат не менее 47 млн. библиографических записей, из которых не менее 24 млн. включают в себя списки цитируемой литературы.
9. База данных «Knovel» издательства «Elsevir».
<https://app.knovel.com/web/>
Полнотекстовая база данных для поиска инженерной информации и поддержки принятия инженерных решений.
Доступ к электронным базам данных «Scopus» и «Knovel» осуществляется круглосуточно через сеть Интернет в режиме он-лайн по IP-адресам, используемым университетом для выхода в сеть Интернет.
10. Поисковые интернет-системы: Google, Yandex, Yahoo, Mail, Rambler, Bing и др.
Информационная система предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно- методической библиотеке для общего и профессионального образования. Доступ с любого компьютера, подключенного к Интернет.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- 1) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13
- 2) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13
- 3) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13
- 4) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-235 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13
- 5) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13
- 6) Комплекты мебели для учебного процесса.
- 7) Мультимедийное оборудование: Экран для проектора, переносной ноутбук, переносной проектор.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке издания в твёрдой копии (необходимо иметь при себе читательский билет и уметь пользоваться электронным каталогом).

Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети «Интернет» организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы и позволяет получить информацию для реализации творческих образовательных технологий: выполнения реферата на заданную или самостоятельно выбранную тему в рамках тематики дисциплины.

Для выполнения практических работ студенту рекомендуется предварительно ознакомиться с теоретическими сведениями, изложенными в учебно-методическом пособии и дополнительных источниках, при выполнении работы следовать рекомендованному порядку выполнения работы и указаниям преподавателя, соблюдать технику безопасности, содержать рабочее место в чистоте и бережно относиться к оборудованию. Ведение конспекта лекций проверяется преподавателем.

При выполнении самостоятельной работы студенту рекомендуется изучить теоретические сведения по темам заданий, следовать рекомендациям, изложенным в учебно-методических пособиях, предоставлять преподавателю промежуточные и окончательные результаты в процессе контактной работы на занятиях.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основную организационную форму обучения, направленную на первичное овладение знаниями, представляет собой лекция. Главное назначение лекции - обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы над курсом. Традиционная лекция имеет несомненные преимущества не только как способ доставки информации, но и как метод эмоционального воздействия преподавателя на обучающихся, повышающий их познавательную активность. Достигается это за счет педагогического мастерства лектора, его высокой речевой культуры и ораторского искусства. Высокая эффективность деятельности преподавателя во время чтения лекции будет достигнута только тогда, когда он учитывает психологию аудитории, закономерности восприятия, внимания, мышления, эмоциональных процессов учащихся.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **13.04.03 «Энергетическое машиностроение»**

Программу составил:
Доцент, к.т.н.



/Апелинский Д.В./

Программа утверждена на заседании кафедры «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики»

«29» августа 2022 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой
Доцент, к. т. н.



/А.В. Костюков/

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 13.04.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики
Форма обучения: очная
Год набора 2022

Кафедра: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Моделирование рабочих процессов в энергетических установках

Состав:

1. Общие положения
2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания
4. Оценочные средства

Составители:
Апелинский Д.В.

Москва 2022 г.

1. Общие положения

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов предусмотрен фонд оценочных средств (ФОС), позволяющий оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций. Фонд оценочных средств состоит из комплектов контрольно-оценочных средств. Комплекты контрольно-оценочных средств включают в себя контрольно-оценочные материалы, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

2. Перечень компетенций формируемых в процессе освоения дисциплины.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции выпускника
Профессиональная компетенция	ПК-1. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем
Профессиональная компетенция	ПК-2. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины.

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Критерии определения сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Уровни	Содержание	Проявления
Минимальный	Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями	Обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практикоориентированных задач
Базовый	Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности	Обучающийся способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях
Продвинутый	Достигнутый уровень является основой для формирования общекультурных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС.	Обучающийся способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях

Поскольку практически учебная дисциплина призвана формировать сразу несколько компетенций, критерии оценки целесообразно формировать в два этапа.

1-й этап: определение критериев оценки отдельно по каждой формируемой компетенции.

Сущность 1-го этапа состоит в определении критериев для оценивания отдельно взятой

компетенции на основе продемонстрированного обучаемым уровня самостоятельности в применении полученных в ходе изучения учебной дисциплины, знаний, умений и навыков.

2-й этап: определение критериев для оценки уровня обученности по учебной дисциплине на основе комплексного подхода к уровню сформированности всех компетенций, обязательных к формированию в процессе изучения предмета. Сущность 2-го этапа определения критерия оценки по учебной дисциплине заключена в определении подхода к оцениванию на основе ранее полученных данных о сформированности каждой компетенции, обязательной к выработке в процессе изучения предмета. В качестве основного критерия при оценке обучаемого при определении уровня освоения учебной дисциплины наличие сформированных у него компетенций по результатам освоения учебной дисциплины.

Показатели оценивания степени сформированности компетенции и уровня освоения дисциплины. Шкалы оценивания.

Показатели оценивания степени сформированности компетенции			
Показатели оценивания компетенций и шкалы оценки «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции	Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции	Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции	Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции
<p>Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навыки повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения учебной дисциплины</p>	<p>Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированной компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне</p>	<p>Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированной компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучаемого при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке</p>	<p>Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на высоком уровне. Присутствие сформированной компетенции на высоком уровне, способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к изменяющимся условиям профессиональной задачи</p>
Показатели оценивания уровня освоения дисциплины			
<p>Уровень освоения дисциплины, при котором у обучаемого не сформировано более 50% компетенций. Если же учебная дисциплина</p>	<p>При наличии более 50% сформированных компетенций по дисциплинам, имеющим возможность до-формирования</p>	<p>Для определения уровня освоения промежуточной дисциплины на оценку «хорошо» обучающийся должен продемонстрировать</p>	<p>Оценка «отлично» по дисциплине с промежуточным освоением компетенций, может быть выставлена при 100% подтверждении</p>

выступает в качестве итогового этапа формирования компетенций (чаще всего это дисциплины профессионального цикла) оценка «неудовлетворительно» должна быть выставлена при отсутствии сформированности хотя бы одной компетенции	компетенций на последующих этапах обучения. Для дисциплин итогового формирования компетенций естественно выставлять оценку «удовлетворительно», если сформированы все компетенции и более 60% дисциплин профессионального цикла «удовлетворительно»	наличие 80% сформированных компетенций, из которых не менее 1/3 оценены отметкой «хорошо». Оценивание итоговой дисциплины на «хорошо» обуславливается наличием у обучаемого всех сформированных компетенций причем общепрофессиональных компетенции по учебной дисциплине должны быть сформированы не менее чем на 60% на повышенном уровне, то есть с оценкой «хорошо».	наличия компетенций, либо при 90% сформированных компетенций, из которых не менее 2/3 оценены отметкой «хорошо». В случае оценивания уровня освоения дисциплины с итоговым формированием компетенций оценка «отлично» может быть выставлена при подтверждении 100% наличия сформированной компетенции у обучаемого, выполнены требования к получению оценки «хорошо» и освоены на «отлично» не менее 50% общепрофессиональных компетенций
---	---	--	---

Положительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	студент должен: продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; продемонстрировать умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; уметь сделать выводы по излагаемому материалу
«хорошо»	студент должен: продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; продемонстрировать умение ориентироваться в нормативно-правовой литературе; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу
«удовлетворительно»	студент должен: продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;
«неудовлетворительно»	ставится в случае: незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу.

Общие сведения по текущему контролю и промежуточной аттестации.

Оценивание и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости студентов предназначен для повышения мотивации студентов к систематическим занятиям, оценивания степени усвоения студентами учебного материала. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение периода теоретического обучения семестра по всем видам аудиторных занятий и самостоятельной работы студента.

К формам контроля текущей успеваемости по дисциплине относится собеседование.

Критерии прохождения студентами текущего контроля следующие. При текущем контроле успеваемости обучающихся применяется пятибалльная система оценивания в виде отметки в баллах: 5 – «отлично», 4 – «хорошо», 3 – «удовлетворительно», 2 – «неудовлетворительно».

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации. Отставание студента от графика текущего контроля успеваемости по изучаемой дисциплине приводит к образованию текущей задолженности.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных профессиональных компетенций. Заканчивается экзаменом.

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке

1. Вопросы для собеседования со студентами (КТ1)

1. Математическое моделирование рабочих процессов ДВС.
2. Расчетно-теоретические исследования рабочего процесса .
3. Математическое моделирование процесса теплообмена.
4. Математическое моделирование как способ конструирования новых, экологически чистых ДВС .
Математическое моделирование рабочих процессов ДВС.
5. Топливо, воздух, продукты сгорания.
6. Теоретически необходимое количество воздуха.
7. Количество свежего заряда (горючей смеси), приходящегося на массовую или объемную единицу топлива.
8. Состав продуктов сгорания Математическое моделирование рабочих процессов ДВС.
9. Теплота сгорания.
10. Газовая постоянная смеси газов.
11. Средние теплоемкости рабочего тела.
12. Математическое моделирование индикаторных процессов в ДВС. Математическое моделирование рабочих процессов ДВС.
13. Теплообмен в цилиндре в течение рабочего цикла.
14. Математическое моделирование процесса впуска.
15. Математическое моделирование процесса сжатия.
16. Математическое моделирование процесса сгорания.
17. Математическое моделирование процесса расширения (без сгорания).
18. Математическое моделирование процесса выпуска.
19. Математическое моделирование процесса одновременного впуска и выпуска. Математическое моделирование индикаторных процессов в ДВС.
20. Особенности индикаторных процессов в дизелях.
21. Методика определения параметров индикаторного цикла в дизелях.
22. Параметры, характеризующие качество наполнения цилиндра.
23. Индикаторные показатели ДВС.
24. Эффективные показатели ДВС.
25. Тепловой баланс ДВС. Двухзонная математическая модель бензинового двигателя.
26. Основные предпосылки. Коэффициент избытка воздуха для двухзонной модели.
27. Основные уравнения двухзонной модели. 98
28. Уравнения состояния и энергии для несгоревшей зоны.
29. Уравнения состояния и энергии для сгоревшей зоны.
30. Особенности расчета теплообмена при двухзонной модели рабочего процесса двигателя с внутренним смесеобразованием.
31. Определение объемов несгоревших и сгоревших зон. Математическое моделирование процессов образования вредных веществ в цилиндре дизеля.

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке

2. Вопросы для собеседования со студентами (КТ2)

1. Математическое моделирование процессов образования вредных веществ в цилиндре дизеля.
2. Обоснование выбора базовой модели для расчета рабочего процесса дизеля.
3. Двухзонная математическая модель рабочего процесса и процессов образования оксидов азота в дизеле.
4. Особенности модели.
5. Определение свойств рабочего тела.
6. Расчет процесса сгорания. Расчет образования оксидов азота.
7. Основные группы оксидов азота при горении углеводородных топлив.
8. Стадии сгорания сложных углеводородов.
9. Первая фаза сгорания более сложных, чем метан, углеводородов (диметиловый эфир).
10. Расчет концентрации и выбросов оксидов азота.
11. Анализ различных механизмов образования оксидов азота.
12. Пример проверки адекватности двухзонной модели и модели образования оксидов азота. Многозонная модель для расчета локальных показателей процесса сгорания.
13. Расчетная схема топливной струи.
14. Расчет топливной струи.
15. Оценка локальных значений температур, концентраций топлива, воздуха, компонентов продуктов сгорания.
16. Оценки концентрации оксидов азота.
17. Общие сведения о составе дизельных частиц. 1 Этапы образования частиц.
18. Общие сведения.
19. Образование предвестников частиц.
20. Зарождение частиц.
21. Коагуляция частиц.
22. Рост частиц.
23. Выгорание частиц.
24. Анализ существующих моделей образования и выгорания частиц. 1 Модели образования и выгорания частиц.
25. Модель С.А. Батурина.
26. Модель R.P. Lindstedt .
27. Сопоставление результатов расчетов по различным моделям.
28. Математическая модель процессов образования и выгорания частиц. 1 Метод математического моделирования процессов сгорания в двигателях с искровым зажиганием, учитывающий сложную картину явлений, происходящих в камере сгорания при распространении пламени.
29. Моделирование рабочих процессов в поршневом бензиновом ДВС.
30. Определение параметров состояния рабочего тела (РТ) в полостях системы газообмена.
31. Математическая модель процесса сгорания.
32. Температурное поле в камере сгорания. Математическое моделирование процессов сгорания в двигателях с искровым зажиганием, учитывающее сложную картину явлений, происходящих в камере сгорания при распространении пламени.
33. Нормальная скорость сгорания.
34. Соотношение между массой и объемом выгоревшего заряда.
35. Скорость химических реакций окисления паров топлива.
36. Нормальная скорость сгорания. 1 Влияние масштаба турбулентных пульсаций на скорость распространение пламени.
37. Турбулентное распространение пламени.
38. Продолжительность первой фазы сгорания.

39. Скорость и характер движения газа в конце сжатия – начале.
40. Программа моделирования процесса сгорания с помощью ЭВМ. Глубина зоны горения в разных фазах сгорания.
41. Глубина зоны горения.
42. Расчеты глубины зоны турбулентного пламени.
43. Зависимость глубины зоны горения от разных факторов.
44. Распространение пламени и коэффициент тепловыделения. Образование и моделирование токсических продуктов в цилиндре поршневого бензинового двигателя.
45. Основные токсические компоненты отработавших газов бензиновых двигателей.
46. Образование оксида углерода.
47. Влияние различных факторов на выделение CO.
48. Образование оксидов азота.
49. Влияние различных факторов на выброс оксидов азота.
50. Образование углеводородов . Математическое моделирование образования NOx в бензиновом двигателе.
51. Образование NOx в бензиновом двигателе.
52. Реакции образования оксидов азота.
53. Образование NO в инертной среде продуктов сгорания.
54. Последовательные и параллельно-последовательные реакции образования окислителя и окисления N₂.
55. Образование NO в зоне пламени.
56. Образование NO в зоне продуктов сгорания. Оценка влияния физических свойств растительного масла на дисперсное состояние топливной струи.
57. Реакции образования оксида углерода.
58. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания пальмового масла.
59. Влияние физических свойств растительного масла на путь, проходимый топливной струей от распылителя до границы между начальным и основным участками развития струи.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций):

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-1, на промежуточной аттестации оцениваются ответы на приведенные вопросы:

1. Математическое моделирование рабочих процессов ДВС.
2. Расчетно-теоретические исследования рабочего процесса .
3. Математическое моделирование процесса теплообмена.
4. Математическое моделирование как способ конструирования новых, экологически чистых ДВС . Математическое моделирование рабочих процессов ДВС.
5. Топливо, воздух, продукты сгорания.
6. Теоретически необходимое количество воздуха.
7. Количество свежего заряда (горючей смеси), приходящегося на массовую или объемную единицу топлива.
8. Состав продуктов сгорания Математическое моделирование рабочих процессов ДВС.
9. Теплота сгорания.
10. Газовая постоянная смеси газов.
11. Средние теплоемкости рабочего тела.
12. Математическое моделирование индикаторных процессов в ДВС. Математическое моделирование рабочих процессов ДВС.

13. Теплообмен в цилиндре в течение рабочего цикла.
14. Математическое моделирование процесса впуска.
15. Математическое моделирование процесса сжатия.
16. Математическое моделирование процесса сгорания.
17. Математическое моделирование процесса расширения (без сгорания).
18. Математическое моделирование процесса выпуска.
19. Математическое моделирование процесса одновременного впуска и выпуска. Математическое моделирование индикаторных процессов в ДВС.
20. Особенности индикаторных процессов в дизелях.
21. Методика определения параметров индикаторного цикла в дизелях.
22. Параметры, характеризующие качество наполнения цилиндра.
23. Индикаторные показатели ДВС.
24. Эффективные показатели ДВС.
25. Тепловой баланс ДВС. Двухзонная математическая модель бензинового двигателя.
26. Основные предпосылки. Коэффициент избытка воздуха для двухзонной модели.
27. Основные уравнения двухзонной модели. 98
28. Уравнения состояния и энергии для несгоревшей зоны.
29. Уравнения состояния и энергии для сгоревшей зоны.
30. Особенности расчета теплообмена при двухзонной модели рабочего процесса двигателя с внутренним смесеобразованием.
31. Определение объемов несгоревших и сгоревших зон. Математическое моделирование процессов образования вредных веществ в цилиндре дизеля.
32. Математическое моделирование процессов образования вредных веществ в цилиндре дизеля.
33. Обоснование выбора базовой модели для расчета рабочего процесса дизеля.
34. Двухзонная математическая модель рабочего процесса и процессов образования оксидов азота в дизеле.
35. Особенности модели.
36. Определение свойств рабочего тела.
37. Расчет процесса сгорания. Расчет образования оксидов азота.
38. Основные группы оксидов азота при горении углеводородных топлив.
39. Стадии сгорания сложных углеводородов.
40. Первая фаза сгорания более сложных, чем метан, углеводородов (диметиловый эфир).
41. Расчет концентрации и выбросов оксидов азота.
42. Анализ различных механизмов образования оксидов азота.
43. Пример проверки адекватности двухзонной модели и модели образования оксидов азота. Многозонная модель для расчета локальных показателей процесса сгорания.
44. Расчетная схема топливной струи.
45. Расчет топливной струи.
46. Оценка локальных значений температур, концентраций топлива, воздуха, компонентов продуктов сгорания.
47. Оценки концентрации оксидов азота.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-2, на промежуточной аттестации оцениваются ответы на приведенные вопросы:

1. Общие сведения о составе дизельных частиц. Этапы образования частиц.
2. Образование предвестников частиц.
3. Зарождение частиц.

4. Коагуляция частиц.
5. Рост частиц.
6. Выгорание частиц.
7. Анализ существующих моделей образования и выгорания частиц. 1Модели образования и выгорания частиц.
8. Модель С.А. Батурина.
9. Модель R.P. Lindstedt .
10. Сопоставление результатов расчетов по различным моделям.
11. Математическая модель процессов образования и выгорания частиц. 1Метод математического моделирования процессов сгорания в двигателях с искровым зажиганием, учитывающий сложную картину явлений, происходящих в камере сгорания при распространении пламени.
12. Моделирование рабочих процессов в поршневом бензиновом ДВС.
13. Определение параметров состояния рабочего тела (РТ) в полостях системы газообмена.
14. Математическая модель процесса сгорания.
15. Температурное поле в камере сгорания. Математическое моделирование процессов сгорания в двигателях с искровым зажиганием, учитывающее сложную картину явлений, происходящих в камере сгорания при распространении пламени.
16. 1Нормальная скорость сгорания.
17. Соотношение между массой и объемом выгоревшего заряда.
18. Скорость химических реакций окисления паров топлива.
19. Нормальная скорость сгорания. 1Влияние масштаба турбулентных пульсаций на скорость распространение пламени.
20. Турбулентное распространение пламени.
21. Продолжительность первой фазы сгорания.
22. Скорость и характер движения газа в конце сжатия – начале.
23. Программа моделирования процесса сгорания с помощью ЭВМ. 1Глубина зоны горения в разных фазах сгорания.
24. Глубина зоны горения.
25. Расчеты глубины зоны турбулентного пламени.
26. Зависимость глубины зоны горения от разных факторов.
27. Распространение пламени и коэффициент тепловыделения. 1Образование и моделирование токсических продуктов в цилиндре поршневого бензинового двигателя.
28. Основные токсические компоненты отработавших газов бензиновых двигателей.
29. Образование оксида углерода.
30. Влияние различных факторов на выделение CO.
31. Образование оксидов азота.
32. Влияние различных факторов на выброс оксидов азота.
33. Образование углеводородов . 1Математическое моделирование образования NOx в бензиновом двигателе.
34. Образование NOx в бензиновом двигателе.
35. Реакции образования оксидов азота.
36. Образование NO в инертной среде продуктов сгорания.
37. Последовательные и параллельно-последовательные реакции образования окислителя и окисления N₂.
38. Образование NO в зоне пламени.
39. Образование NO в зоне продуктов сгорания. 1Оценка влияния физических свойств растительного масла на дисперсное состояние топливной струи.

40. Реакции образование оксида углерода.
41. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания пальмового масла.
42. Влияние физических свойств растительного масла на путь, проходимый топливной струей от распылителя до границы между начальным и основным участками развития струи.
43. Влияние физических свойств растительного масла на время достижения топливной струей стенки камеры сгорания.
44. Оценка влияния физических свойств растительного масла на дисперсное состояние топливной струи.
45. Оценка влияния физических свойств растительного масла на угол раскрытия топливной струи.

Шкала оценивания ПРЕЗЕНТАЦИИ

Дескрипторы	Минимальный ответ 2	Изложенный, раскрытый ответ 3	Законченный, полный ответ 4	Образцовый, примерный; достойный подражания ответ 5
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы.	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы.	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы .	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы.
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины.	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использован 1-2 профессиональный термин.	Представляемая информация систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов.	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов.
Оформление	Не использованы информационные технологии (PowerPoint). Больше 4 ошибок в представляемой информации.	Использованы информационные технологии (PowerPoint) частично. 3-4 ошибки в представляемой информации.	Использованы информационные технологии (PowerPoint). Не более 2 ошибок в представляемой информации.	Широко использованы информационные технологии (PowerPoint). Отсутствуют ошибки в представляемой информации.
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы.	Только ответы на элементарные вопросы.	Ответы на вопросы полные и/или частично полные.	Ответы на вопросы полные с приведением примеров и/или

Паспорт компетенций

Моделирование рабочих процессов в энергетических установках					
ФГОС ВО 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
Наименование категории и (группы)	Код и наименование компетенции выпускника				
Профессиональная компетенция	ПК-1. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	<p>Знать:</p> <p>Методики оценки результатов, проведенных самостоятельных опытно-конструкторских работ с использованием математического моделирования рабочих процессов энергоустановок (ММРП).</p> <p>Методики представления результатов исследований и опытно-конструкторских работ</p> <p>Уметь:</p> <p>Оценивать результаты проведенного самостоятельного исследования на базе ММРП энергоустановок</p> <p>Оценивать результаты проведенных самостоятельных опытно-конструкторских работ с использованием ММРП энергоустановок.</p> <p>Представлять результаты исследований и опытно-</p>	<p>Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, лабораторных работ.</p> <p>Самостоятельное изучение теоретического курса, подготовка к лабораторным работам</p> <p>Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийн</p>	<p>Вопросы для собеседования со студентами (КТ1)</p> <p>Вопросы для собеседования со студентами (КТ2)</p> <p>Вопросы для промежуточной аттестации</p> <p>Э</p>	<p>Минимальный: Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями.</p> <p>Базовый: Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности.</p> <p>Продвинутый: Достигнутый уровень является основой для формирования общекультурных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС.</p>

		<p>конструкторских работ Владеть: Методиками оценки результатов проведенного самостоятельного исследования на базе ММРП энергоустановок Методиками оценки результатов, проведенных самостоятельных опытно-конструкторских работ с использованием ММРП энергоустановок. Методиками представления результатов исследований и опытно-конструкторских работ</p>	ого оборудования		
Профессиональная компетенция	ПК-2. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	<p>Знать: Методики ММРП энергоустановок Методики оценки результатов проведенного исследования на базе ММРП энергоустановок Уметь: Проводить научные исследования и опытно- конструкторские работы на базе ММРП энергоустановок в рамках тематики организации Анализировать результаты проведенного исследования на базе ММРП энергоустановок в рамках тематики организации Владеть: Навыками проведения исследований на базе ММРП энергоустановок в рамках тематики организации Навыками проведения опытно-</p>	<p>Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, лабораторных работ. Самостоятельное изучение теоретического курса, подготовка к лабораторным работам Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийн</p>	<p>Вопросы для собеседования со студентами (КТ1) Вопросы для собеседования со студентами (КТ2) Вопросы для промежуточной аттестации Э</p>	<p>Минимальный: Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями. Базовый: Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности. Продвинутой: Достигнутый уровень является основой для формирования общекультурных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС.</p>

		конструкторских работ на базе ММРП энергоустановок в рамках тематики организации Методиками оценки результатов проведенного исследования на базе ММРП энергоустановок	ого оборудования		
--	--	--	---------------------	--	--

