

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по УР

Г.П. Старинов

04 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


Двигатели внутреннего сгорания

Направление подготовки	13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"
Направленность (профиль) образовательной программы	Тепловые электрические станции
Квалификация выпускника	бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2019
Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	4


Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	ТЭУ

Разработчик рабочей программы
зав. кафедрой «ТЭУ», к.т.н., доцент



« 25 » 03 2019 г.

СОГЛАСОВАНО


Директор библиотеки


« 26 » 03 2019 г.

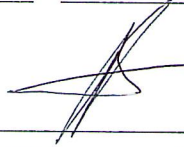
Заведующий кафедрой
(обеспечивающей) «ТЭУ»


« 25 » 03 2019 г.


Заведующий кафедрой
(выпускающей) «ТЭУ»


« 25 » 03 2019 г.

Декан факультета энергетики,
транспорта и морских технологий


« 25 » 03 2019 г.

Начальник учебно-методического
управления


« 27 » 03 2019 г.

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Двигатели внутреннего сгорания» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №143 28.02.2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Тепловые электрические станции» по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника".

Задачи дисциплины	В результате изучения дисциплины студент должен: <i>знать</i> : основные направления научно-технического прогресса в дизелестроении; общие принципы действия, компоновку и устройство ДВС; конструкцию и расчеты деталей и узлов ДВС, тенденции в развитии и конструкций дизелей; состав, схемы и принцип действия систем, обслуживающих ДВС; идеальные, расчетные и рабочие циклы ДВС, назначение, отличительные особенности и их анализ; теорию рабочего процесса ДВС; пути повышения мощности ДВС и утилизации тепловых потерь; критерии тепловой и механической напряженности ДВС, способы ограничения этой напряженности; характеристики работы дизелей и изменение параметров ДВС при их работе на различных характеристиках; контролируемые параметры работающих ДВС и диапазоны изменения контролируемых параметров; характеристики и возможности малооборотных, среднеоборотных и высокооборотных дизелей, области их применения и перспективы их развития; роль и приоритет отечественной науки в развитии дизелестроительной отрасли; <i>владеть навыками</i> : выполнения расчетов термодинамических циклов двигателей внутреннего сгорания.
Основные разделы / темы дисциплины	Идеальные, расчетные и рабочие циклы двигателей. Общие понятия, схемы и принципы работы ДВС. Повышение мощности поршневых комбинированных двигателей. Наддув двигателей. Конструктивная схема группы деталей и системы двигателей. Способы смесеобразования, камеры сгорания, системы продувки двухтактных двигателей. Рабочий процесс дизеля. Показатели, характеризующие работу двигателей. Режимы работы и характеристики двигателей. Кинематические схемы, силы и моменты, действующие в поршневых ДВС. Показатели напряженности и пределы форсирования ДВС.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Двигатели внутреннего сгорания» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 –Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
<p>ПК-7. Готов к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов</p>	<p>ПК-7.1. Знает основной технологический цикл производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях, оборудование технологической схемы, способы совершенствования технологических процессов</p> <p>ПК-7.2. Умеет определять способы совершенствования технологических процессов</p> <p>ПК-7.3. Владеет навыками расчета тепловых схем электростанций</p>	<p>Знать особенности и классификацию двигателей внутреннего сгорания (ДВС), рабочие циклы, показатели работы ДВС, конструкцию и системы ДВС, характеристики работы ДВС</p> <p>Уметь определять параметры циклов ДВС с целью совершенствования процессов производства энергии</p> <p>Владеть навыком определения нагрузочной характеристики дизель-генератора электростанции</p>

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Двигатели внутреннего сгорания» изучается на 4 курсе в 8 семестре. Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Энергетика - основа цивилизации», «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Двигатели внутреннего сгорания», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Технология производства электроэнергии и теплоты», «Тепловые и атомные электрические станции», «Теория автоматизированного управления тепловыми энергетическими установками», «Электрооборудование тепловых электрических станций», «Основы эксплуатации тепловых электрических станций», «Производственная практика (преддипломная практика)».

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 з.е., 108 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	12
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	4
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	6
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	94
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	4

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам(разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Тема Введение: <i>характеристика ДВС, достоинства и недостатки; из истории развития двигателестроения; области применения поршневых и комбинированных двигателей; причины широкого распространения ДВС; современное состояние и перспективы развития ДВС.</i>	0,25			4
Тема Идеальные, расчетные и рабочие циклы двигателей: <i>идеализация в науке как метод выявления наиболее общие свойств и закономерностей материального мира; метод восхождения от абстрактного к конкретному; идеальные (об-</i>	0,25			4

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<i>ратимые) термодинамические циклы ДВС; характерные параметры и показатели эффективности циклов двигателей; расчетные и рабочие циклы.</i>				
Тема Общие понятия, схемы и принципы работы ДВС: классификация, маркировка и обозначение ДВС; схема и принцип работы четырехтактного дизеля без наддува, круговая и индикаторная диаграммы газораспределения; схема и принцип работы двухтактных двигателей с прямоточными и контурными системами продувок, индикаторные и круговые диаграммы газораспределения; сравнительная оценка циклов и конструкций двухтактных и четырехтактных двигателей	0,5			6
Тема Повышение мощности поршневых комбинированных двигателей. Наддув двигателей: способы повышения мощности двигателей; наддув двигателей и способы его осуществления; комбинация поршневого ДВС с турбиной и компрессором; схемы воздухообеспечения комбинированных двигателей; охлаждение воздуха подаваемого в цилиндры двигателей при их форсировании по наддуву; изобарная и импульсная системы турбонаддува.	0,5			6
Тема Конструктивная схема группы деталей и системы двигателей: компоновочные схемы ДВС; конструктивная схема ДВС; детали остова двигателя; детали механизма движения; детали механизма газораспределения; системы двигателя; вспомогательные механизмы, приборы и оборудование; органы управления и регулирования; основные показатели, характеризующие конструкцию двигателя; современные направления в развитии конструкции двигателей.	0,5		1	20

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<p>Тема Способы смесеобразования, камеры сгорания, системы продувки двухтактных двигателей: <i>способы смесеобразования в ДВС; неразделенные, разделенные и полуразделенные камеры сгорания; требования к камерам сгорания; достоинства и недостатки основных типов камер сгорания; системы продувки и выпуска двухтактных двигателей, основные типы систем и их возможности; сравнительная оценка прямоточных и контурных систем газообмена, их эффективность в системе газотурбинного наддува; основные направления совершенствования смесеобразования в дизелях.</i></p>	0,5			12
<p>Тема Рабочий процесс дизеля: <i>рабочий цикл дизеля; последовательность и сущность процессов рабочего цикла; параметры процессов цикла; факторы, влияющие на процессы наполнения и сжатия; способы увеличения наполнения рабочих цилиндров; критерии количественной оценки процесса наполнения; процессы распыливания топлива и смесеобразования; факторы, влияющие на качество распыливания и испарения топлива; элементарная схема воспламенения и сгорания топлива, период задержки воспламенения, фазы процесса сгорания; выделение и использование тепла; расширение и выпуск продуктов сгорания, фазы процесса выпуска, потери в выпускной системе, пути ее совершенствования; параметры процессов расширения и выпуска отработавших газов.</i></p>	0,5			12
<p>Тема Показатели, характеризующие работу двигателей: <i>внутренние (индикаторные) и внешние (эффективные) показатели работы двигателей; показатели эффективности (P_i, N_i, P_e, N_e); показатели экономичности (g_i, η_i, g_e, η_e) и оценка влияния на них параметров рабочего процесса, конструктивных, эксплуатационных</i></p>			1	6

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<i>и др. факторов; показатели совершенства конструкции (механические потери и механический КПД, литровая, поршневая и цилиндровая мощности, габариты, масса и др.); показатели токсичности выпускных газов; тепловой баланс двигателя, зависимость статей теплового баланса от форсировки двигателей по скоростному режиму и наддуву.</i>				
Тема Режимы работы и характеристики двигателей: режимы и показатели работы; скоростные характеристики; нагрузочные характеристики; универсальные (комбинированные) характеристики; регуляторная и тепловозная характеристики; регулировочные, гидравлические и характеристики совместной работы двигателя и агрегатов наддува; характеристики токсичности; устойчивость режима работы двигателя.			4	6
Тема Кинематические схемы, силы и моменты, действующие в поршневых ДВС: типы кривошипно-шатунных механизмов (КШМ) и их основные параметры; силы, действующие на детали двигателя при его работе; массы движущихся частей; приведение масс; динамическая модель двигателя; силы инерции одного цилиндра двигателя; раскладка сил в КШМ без учета и с учетом сил инерции; моменты от действующих сил; факторы, определяющие величину динамической напряженности ДВС.	0,5			6
Тема Показатели напряженности и пределы форсирования ДВС: общие показатели напряженности; способы форсирования ДВС по удельной мощности.	0,5			4
ИТОГО по дисциплине	4	-	6	94

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	55
Подготовка к занятиям семинарского типа	16
Подготовка и оформление Контрольная работа	15
Итого	86

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 4 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Двигатели внутреннего сгорания	ПК-7	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> - глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств; - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.
	ПК-7	Задачи практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; - установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	ПК-7	Лабораторные работы	<ul style="list-style-type: none"> - соответствие отчета предъявляемым требованиям; - правильность и аккуратность написания отчета; - способность делать обоснованные выводы на основе экспериментальных данных; - степень точности ответов на контрольные вопросы; - установление причинно-следственных связей, выяв-

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
	ПК-7	Контрольная работа	<p>ленных зависимостей.</p> <ul style="list-style-type: none"> - соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 5).

Таблица 5 – Технологическая карта

№	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
8 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	Собеседование (2 вопроса)	В течение сессии	30 баллов	<p>30 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>24 балла - студент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>18 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>0 баллов - при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.</p>
2	Задачи практических занятий	В течение сессии	40 баллов	<p>40 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>30 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</p> <p>20 баллов- студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</p> <p>0 баллов - студент не выполнил все</p>

№	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3	Лабораторная работа	В течение сессии	40 баллов	<p>задания работы и не может объяснить полученные результаты.</p> <p>40 баллов - студент правильно сделал отчет. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p>30 баллов - студент сделал отчет с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>20 баллов - Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p>При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>
4	Контрольная работа	В течение семестра	40 баллов	<p>40 баллов - студент полностью выполнил задание, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>30 баллов - студент полностью выполнил задание, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы.</p> <p>20 баллов - студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</p>
ИТОГО:		-	150 баллов	-

№	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

Задания для текущего контроля

Вопросы для собеседования

1. Характеристики ДВС, достоинства и недостатки.
2. Области применения ДВС.
3. Причины широкого распространения ДВС.
4. Современное состояние и перспективы развития ДВС.
5. Рабочие циклы двигателей.
6. Классификация ДВС.
7. Маркировка и обозначение ДВС.
8. Сравнительная оценка циклов и конструкций двухтактных и четырехтактных двигателей.
9. Способы повышения мощности ДВС
10. Наддув двигателей и способы его осуществления.
11. Охлаждение воздуха, подаваемого в цилиндры двигателей при их форсировании по наддуву.
12. Особенности и схемы систем воздухоснабжения двухтактных двигателей.
13. Конструктивная схема двигателя, группы деталей и системы.
14. Детали остова двигателя.
15. Детали "механизма движения".
16. Детали механизма газораспределения двухтактных и четырехтактных двигателей.
17. Системы двигателя.
18. Вспомогательные механизмы, приборы и оборудование.
19. Органы управления и регулирования.
20. Камеры сгорания. Способы смесеобразования в ДВС.
21. Процессы распыливания и испарения топлива.
22. Элементарная схема процессов воспламенения и сгорания топлива.
23. Индикаторные и эффективные показатели работы двигателя.
24. Показатели эффективности (P_i , N_i , P_e , N_e).
25. Показатели экономичности (q_i , η_i , q_e , η_e).
26. Показатели токсичности выпускных газов.
27. Тепловой баланс двигателя.
28. Режимы и показатели работы двигателей.
29. Нагрузочные характеристики.
30. Регуляторные, регулировочные, гидравлические и универсальные характеристики двигателя.

Примеры задач для практических занятий

Задача 1. Определить параметры в характерных точках цикла ДВС с подводом теплоты при $P = \text{const}$, а также термический КПД и полезную работу, если дано: $P_1 = 0,095$ МПа; $\varepsilon = 12$; $\rho = 2,2$; $\kappa = 1,4$; $t_1 = 17$ °С. Диаметр цилиндра $D = 400$ мм, ход поршня $S =$

520 мм. Рабочее тело-воздух. Теплоемкость принять постоянной. Изобразить цикл в диаграммах P- v и T-S.

Задача 2. В цикле поршневого двигателя с комбинированным подводом теплоты начальное давление $P_1 = 0,09$ МПа; начальная температура $t_1 = 40$ °С. Общее количество теплоты, выделяющейся при сгорании $q_1 = 840$ кДж/кг. Степень сжатия $\varepsilon = 12$. Какая часть теплоты должна выделяться в процессе при $v = \text{const}$, если максимальное давление равно 6 МПа. Рабочее тело – воздух. Теплоемкость принять постоянной. Изобразить цикл в диаграммах P- v и T-S.

Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Ознакомление с конструкцией, системами, подготовкой к пуску и пуском в действие четырехтактного двигателя.

- 1) Состав и назначение дизель-генераторной установки.
- 2) Основные данные дизеля и установки.
- 3) Какие характеристики работы дизеля можно снять с помощью этой установки?
- 4) Каким образом производится нагружение дизеля?
- 5) Из каких групп деталей и систем складывается конструктивная схема двигателя?
- 6) Что относится к органам управления и регулирования?
- 7) Детали остова дизеля, состав и назначение.
- 8) Назначение кривошипно-шатунного механизма и его состав.
- 9) Газораспределительный механизм, его назначение, состав и отличительные особенности.
- 10) Система подачи топлива, назначение, состав.
- 11) Что входит в понятие "топливная аппаратура дизеля"?
- 12) Основные функции топливного насоса высокого давления.
- 13) Как регулируется количество подаваемого топлива на цикл?
- 14) Система смазки, назначение, состав.
- 15) Что такое система смазки с "сухим" картером?
- 16) Сколько и какие насосы используются в системе смазки данного дизеля?
- 17) Какой параметр является определяющим при выборе давления в циркуляционной системе смазки?
- 18) Система охлаждения, внешний и внутренний контуры, назначение, состав оборудования.
- 19) Основные функции расширительного бака.
- 20) Какие параметры контролируются во время работы дизеля?
- 21) Сколько и какие параметры однозначно определяют режим работы дизеля.
- 22) Какие операции выполняются при подготовке дизеля к пуску?
- 23) Последовательность пуска дизеля электростартером.
- 24) Пуск дизеля сжатым воздухом.
- 25) Перечислите состав системы пуска дизеля сжатым воздухом.
- 26) Для чего необходим прогрев двигателя после его запуска?
- 27) При каких температурах воды и масла можно нагружать двигатель?
- 28) Какой тип регулятора установлен на двигателе и для чего он нужен?

Лабораторная работа №2. Исследование влияния нагрузки на тепломеханические показатели установки с карбюраторным ДВС

- 1) Состав установки, краткая характеристика и назначение основных её элементов.
- 2) Методы испытаний и измерений в двигателях внутреннего сгорания.
- 3) Режимы испытаний, их последовательность и порядок проведения.
- 4) Причины и особенности изменения основных параметров двигателя и установки в зависимости от нагрузки двигателя и установки.
- 5) Что является фактором внешнего воздействия на рабочий процесс двигателя при его работе по нагрузочной характеристике?
- 6) Есть ли отличия в характере изменения основных теплоэкономических показателей карбюраторных двигателей и дизелей при их работе по нагрузочной характеристике?

7) Перечислите последовательность операций при пуске и остановке карбюраторного двигателя.

8) Каковы достоинства и недостатки объемного способа измерения расхода топлива двигателем?

9) Из чего складывается общая погрешность при определении мощности двигателя и установки, часового и удельного эффективного расхода топлива двигателем и установкой.

Лабораторная работа №3. Исследование работы четырехтактного двигателя 6ЧН12/14 по нагрузочной характеристике

1) Что понимают под характеристиками судовых и стационарных дизелей?

2) Что такое нагрузочная характеристика, как она снимается, в каком диапазоне мощностей дизеля.

3) Приведите примеры нагрузочной характеристики. Какие по назначению дизеля работают по нагрузочной характеристике?

4) Как изменяются мощность, удельный эффективный расход топлива, эффективный КПД и другие параметры при работе дизеля по нагрузочной характеристике?

5) Из чего складывается погрешность определения эффективной мощности двигателя, часового расхода топлива, удельного расхода топлива и других показателей работы двигателя?

6) На основании каких факторов мощность механических потерь при работе двигателя по нагрузочной характеристике может быть принята постоянной?

7) Что такое коэффициент пологости и какова его роль в оценке работы двигателя?

8) Что может быть принято за параметр нагрузки при снятии нагрузочной характеристики?

9) Как установить режим работы двигателя?

10) Как с помощью нагрузочных характеристик выявить наиболее выгодный эксплуатационный режим работы дизеля?

11) Объясните правомерность построения кривой изменения механического КПД двигателя при его работе по нагрузочной характеристике на основе данных по часовым расходам топлива на холостом ходу и исследуемых режимах работы двигателя без наддува?

Контрольная работа

Контрольная работа состоит из двух частей – практической и теоретической. В практической части необходимо решить задачу по расчету одного из циклов ДВС. В теоретической части необходимо ответить на четыре вопроса. Номера задачи и вопросов выбираются из соответствующей таблицы вариантов.

Примеры задач

Задача 1. Для идеального цикла ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме определить параметры (P , v , T) в характерных точках, количество подведенной и отведенной теплоты, термический КПД, а также полезную работу в цикле, если 1 кг воздуха в начале адиабатного сжатия имеет следующие параметры: $P_1 = 0,1$ МПа и $t_1 = 20$ °С, степень сжатия $\varepsilon = 7$, степень повышения давления $\lambda = 1,7$. Изобразить цикл в P - v и T - S диаграммах.

Задача 2. Сравнить значения термического КПД для изобарного и изохорного подводов теплоты в идеальном цикле ДВС, если давление и температура рабочего тела (воздуха) $P_1 = 0,095$ МПа и $t_1 = 35$ °С, степень сжатия $\varepsilon = 10$ и в процессе подводится $q_1 = 800$ кДж/кг теплоты. Представить циклы в P - v и T - S диаграммах.

Задача 3. Для цикла Дизеля, рабочее тело которого обладает свойствами воздуха, заданы температуры соответствующие следующим точкам цикла: $t_1 = 40$ °С, $t_2 = 600$ °С, $t_4 = 270$ °С. Определить термический КПД и сравнить его с термическим КПД цикла Карно в том же интервале температур. Изобразить циклы в диаграммах P - v и T - S .

Задача 4. Определить параметры в характерных точках цикла ДВС с подводом теплоты при $P = \text{const}$, а также термический КПД и полезную работу, если дано: $P_1 = 0,095$ МПа; $\varepsilon = 12$; $\rho = 2,2$; $\kappa = 1,4$; $t_1 = 17$ °С. Диаметр цилиндра $D = 400$ мм, ход поршня $S = 520$ мм. Рабочее тело – воздух. Теплоемкость принять постоянной. Изобразить цикл в диаграммах $P-v$ и $T-S$.

Задача 5. Поршневой двигатель работает по циклу с подводом теплоты при $v = \text{const}$ (рабочее тело – воздух). Начальное состояние воздуха: $P_1 = 0,08$ МПа; $t_1 = 17$ °С. Степень сжатия $\varepsilon = 4,6$. Количество подведенной теплоты 1050 кДж/кг. Определить термический КПД двигателя и его мощность, если диаметр цилиндра $D = 240$ мм, ход поршня $S = 340$ мм, частота вращения $n = 200$ мин⁻¹ и за каждые два оборота совершается один цикл. Изобразить цикл в диаграммах $P-v$ и $T-S$.

Задача 6. В цикле поршневого двигателя с комбинированным подводом теплоты начальное давление $P_1 = 0,09$ МПа; начальная температура $t_1 = 40$ °С. Общее количество теплоты, выделяющейся при сгорании $q_1 = 840$ кДж/кг. Степень сжатия $\varepsilon = 12$. Какая часть теплоты должна выделяться в процессе при $v = \text{const}$, если максимальное давление равно 6 МПа. Рабочее тело – воздух. Теплоемкость принять постоянной. Изобразить цикл в диаграммах $P-v$ и $T-S$.

Задача 7. Мощность двигателя, работающего по изобарному циклу регулируется подачей количества топлива, т.е. изменением подвода теплоты в изобарном процессе. Определить, как отразится на значениях работы цикла и термическом КПД подвод теплоты к 1 кг воздуха, если он изменяется от 200 кДж/кг до 1500 кДж/кг, при этом степень сжатия $\varepsilon = 18$, начальная температура воздуха равная 350 К и давление остаются неизменными. Теплоемкость воздуха принимать постоянной и равной $C_p = 1,005$ кДж/кг·град. По полученным данным частного случая сделать общий вывод. Изобразить цикл в диаграммах $P-v$ и $T-S$.

Задача 8. Изобарный процесс ДВС протекает со степенью сжатия $\varepsilon = 15$ и подвода теплоты $q_1 = 1000$ кДж/кг. Определить степень сжатия в изохорном цикле, при котором бы термический КПД этого цикла был бы равен термическому КПД изобарного цикла при одинаковом подводе теплоты. Начальная температура воздуха в общем начальном состоянии циклов равна $T_1 = 325$ К. Теплоемкость воздуха полагать постоянными и равными $C_p = 1,005$ кДж/кг, $C_v = 0,718$ кДж/кг. Изобразить циклы в диаграммах $P-v$ и $T-S$.

Примеры вопросов к контрольной работе

1. Современное состояние и перспективы развития ДВС.
2. Способы повышения мощности ДВС
3. Наддув двигателей и способы его осуществления.
4. Охлаждение воздуха, подаваемого в цилиндры двигателей при их форсировании по наддуву.
5. Вспомогательные механизмы, приборы и оборудование.
6. Органы управления и регулирования.
7. Камеры сгорания. Способы смесеобразования в ДВС.
8. Вихрекамерное смесеобразование
9. Режимы и показатели работы двигателей.
10. Нагрузочные характеристики.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины(модуля)

8.1 Основная литература

1. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: Учебник / В.П.Алексеев, Н.А.Иващенко, В.И.Ивин; Под ред. А.С.Орлина, М.Г. Круглова.- изд. 3-е перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1980.- 288 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей: Учебник /Д.Н.Вырубов, С.И.Ефимов, Н.А.Иващенко / Под ред. А.С.Орлина, М.Г.Кругова.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1984.- 383 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей: Учебник /С.И.Ефремов, Н.А.Иващенко, В.И.Ивин; Под ред. А.С.Орлина.- 3-е изд. перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1985.- 456 с

8.2 Дополнительная литература

1. Дизели. Справочник Б.П.Байков, В.А. Ваншейдт, И.П.Воронов; Под ред. В.А.Ваншейдта, Н.Н.Иванченко, Л.К.Коллерова.- 3-е изд., перераб. и доп.- Л.: Машиностроение, 1977.- 480 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей: Учебник /Д.Н.Вырубов, Н.А.Иващенко, В.И.Ивин; Под ред. А.С.Орлина.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1983.- 375 с.

3. Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания.- М.: Высшая школа, 1975.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины (при наличии)

Для успешного выполнения лабораторного практикума обучающимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Исследование влияния нагрузки на тепломеханические показатели установки с карбюраторным ДВС. Методические указания к лабораторной работе /сост. В.В. Смирнов - Комсомольск-на-Амуре: ГОУ ВПО «КнАГТУ», 2010. – 11 с.

2. Дизель – генераторная установка, общее устройство, обслуживающие системы, подготовка и ввод в действие. Методические указания /сост. В.В. Смирнов - Комсомольск-на-Амуре: ГОУ ВПО «КнАГТУ», 2002. –16с.

3. Исследование работы четырехтактного двигателя 6ЧН12/14 по нагрузочной характеристике. Методические указания к лабораторной работе /сост. В.В. Смирнов - Комсомольск-на-Амуре: ГОУ ВПО «КнАГТУ», 2010. – 11.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM.

Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU.

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины(модуля)

<http://teplolib.ucoz.ru> – электронная библиотека теплоэнергетика

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 7 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель может проводить инструктаж по выполнению задания. В инструктаж включается:

- цель и содержание задания;
- сроки выполнения;
- ориентировочный объем работы;
- основные требования к результатам работы и критерии оценки;
- возможные типичные ошибки при выполнении.

Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

- При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:
- просматривать основные определения и факты;
 - повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
 - изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
 - самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
 - использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 8 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
	Учебный кабинет	Проектор
131/2	Лаборатория тепловых энергетических установок	Лабораторные стенды

10.2 Технические и электронные средства обучения

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

- 1 Комплект электронных плакатов «Двигатели внутреннего сгорания»

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.