

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет авиационной и морской техники  
Красильникова О.А.  
«08» 06 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Двигатели внутреннего сгорания»

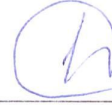
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Тепловые электрические станции
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

Разработчик рабочей программы:

Заведующий кафедрой, Доцент, Кандидат технических наук



Смирнов А.В

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
Кафедра «Тепловые энергетические установки»



Смирнов А.В.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Двигатели внутреннего сгорания» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Тепловые электрические станции» по направлению подготовки «13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника».

Практическая подготовка реализуется на основе профессионального стандарта 20.014 «Работник по организации эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 607н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 07.10.2015 г., регистрационный № 39215).

Задачи дисциплины	<p>В результате изучения дисциплины студент должен:</p> <p><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;</p> <p><i>владеть навыками:</i> выполнения расчетов термодинамических циклов двигателей внутреннего сгорания.</p>
Основные разделы / темы дисциплины	<p>Идеальные, расчетные и рабочие циклы двигателей.</p> <p>Общие понятия, схемы и принципы работы ДВС.</p> <p>Повышение мощности поршневых комбинированных двигателей. Наддув двигателей.</p> <p>Конструктивная схема группы деталей и системы двигателей.</p> <p>Способы смесеобразования, камеры сгорания, системы продувки двухтактных двигателей.</p> <p>Рабочий процесс дизеля.</p> <p>Показатели, характеризующие работу двигателей.</p> <p>Режимы работы и характеристики двигателей.</p> <p>Кинематические схемы, силы и моменты, действующие в поршневых ДВС.</p> <p>Показатели напряженности и пределы форсирования ДВС.</p>

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

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Двигатели внутреннего сгорания» изучается на 4 курсе, 7 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Введение в профессиональную деятельность», «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций», «Котельные установки и парогенераторы», «Турбины тепловых и атомных электрических станций», «Учебная практика (ознакомительная практика)», «Производственная практика (эксплуатационно-технологическая практика)».

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

Дисциплина «Двигатели внутреннего сгорания» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся чувства ответственности и умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

### 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 4 з.е., 144 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	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	32
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	12
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	12
из них часов практической подготовки	8
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	120
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	0

**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)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Тема</b> 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>	1			8

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	
<p><b>Тема</b> 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 (обратимые) термодинамические циклы ДВС; характерные параметры и показатели эффективности циклов двигателей; расчетные и рабочие циклы.</i></p>	0,5			8
<p><b>Тема</b> Общие понятия, схемы и принципы работы ДВС: <i>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</i></p>	1		2	8
<p><b>Тема</b> Повышение мощности поршневых комбинированных двигателей. Наддув двигателей: <i>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.</i></p>	1			8
<p><b>Тема</b> Конструктивная схема группы деталей и системы двигателей: <i>компоновочные схемы ДВС; конструктивная схема ДВС; детали остова двигателя; детали механизма движения; детали механизма газораспределения; системы двигателя; вспомо-</i></p>	2		2	10

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	
<i>гательные механизмы, приборы и оборудование; органы управления и регулирования; основные показатели, характеризующие конструкцию двигателя; современные направления в развитии конструкции двигателей.</i>				
<p><b>Тема</b> 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>	1			8
<p><b>Тема</b> 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>	1			8

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><b>Тема</b> Показатели, характеризующие работу двигателей: <i>внутренние (индикаторные) и внешние (эффективные) показатели работы двигателей; показатели эффективности (<math>P_i</math>, <math>N_i</math>, <math>P_e</math>, <math>N_e</math>); показатели экономичности (<math>g_i</math>, <math>\eta_i</math>, <math>g_e</math>, <math>\eta_e</math>) и оценка влияния на них параметров рабочего процесса, конструктивных, эксплуатационных 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></p>	1		4	10
<p><b>Тема</b> Режимы работы и характеристики двигателей: <i>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.</i></p>	1		4	12
<p><b>Тема</b> Кинематические схемы, силы и моменты, действующие в поршневых ДВС: <i>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.</i></p>	2			10



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	
<b>Тема</b> Показатели напряженности и пределы форсирования ДВС: <i>общие показатели напряженности; способы форсирования ДВС по удельной мощности.</i>	0,5			10
Выполнение контрольной работы				20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>120</b>

## 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	80
Подготовка к занятиям семинарского типа	20
Подготовка и оформление контрольных работ	20
<b>Итого</b>	<b>120</b>

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

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

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

### **8.2 Дополнительная литература**

1. 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.
2. 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.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

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.
4. Расчет рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания. Методические указания к курсовому проектированию. / сост. В.В. Смирнов.- Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2011.- 27 с.

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

1. Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU.
2. [Thermophysics.Ru](http://thermophysics.ru) – портал по теплофизике: проекты, программы, учебные пособия, депозитарий научных работ, диссертации, периодика (<http://thermophysics.ru/index.php>).
3. [Энергетика и промышленность России](https://www.eprussia.ru/) – информационная система энергетического комплекса и связанных с ним отраслей (<https://www.eprussia.ru/>).

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

1. Электронная библиотека теплоэнергетика(<http://teplolib.ucoz.ru>).
2. [Сайт теплотехника](http://teplokot.ru/) – большая техническая библиотека. Новости, статьи, диссертации, журналы (<http://teplokot.ru/>).

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

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
MicrosoftImaginePremium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
SMathStudio	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://ru.smath.info/">https://ru.smath.info/</a>

## 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.

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.

#### **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**

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
212/2	Учебный кабинет	Проектор	Представление лекционного материала
131/2	Лаборатория тепловых энергетических установок	Лабораторные стенды	Проведение лабораторных работ

### **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.

## **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 оказа-

ния помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится 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.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине

### «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)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

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

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-7 Способен выполнять работы по освоению и доводке технологических процессов производства тепловой и электрической энергии	<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>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Двигатели внутреннего сгорания	ПК-5	Опорный конспект лекций	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);</li> <li>- логическое построение и связность текста;</li> <li>- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);</li> <li>- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);</li> <li>- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).</li> </ul>
		Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> <li>- глубина, прочность, систематичность знаний;</li> <li>- адекватность применяемых знаний ситуации;</li> <li>- рациональность используемых подходов;</li> <li>- степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств;</li> <li>- степень значимости определенных ценностей;</li> <li>- проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям;</li> <li>- умение поддерживать и ак-</li> </ul>



Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
			тивизировать беседу, корректное поведение.
		Лабораторные работы	- 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, выявленных зависимостей.
		Контрольная работа	- соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

№	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
7 семестр				
<b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>				
1	Опорный конспект лекций	В течение семестра	10 баллов	10 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта. 8 баллов – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта. 6 баллов – Конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта. 4 балла– В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта. 0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.
2	Собеседование (2вопроса)	В течение семестра	40 баллов	40 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. 30 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. 15 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного

				учебного материала. 0 баллов - при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.
3	Отчеты по лабораторным работам	В течение семестра	20 баллов	20 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. 15 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. 10 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. 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.
4	Контрольная работа	В течение семестра	30 баллов	30 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. 20 баллов - студент полностью выполнил задание, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы. 10 баллов - студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень. 0 баллов - студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.
<b>ИТОГО:</b>		-	100 баллов	-
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для текущей 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)</p>				

### Задания для текущего контроля

#### Характеристика контрольной работы

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 вопросы по теме.

ретической 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 тепло – 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<sup>-1</sup> 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 равна 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*

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.

### **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. Особенности работы ДВС.
6. Идеальные (обратимые) циклы ДВС, характерные параметры и показатели эффективности циклов двигателей.
7. Идеальный цикл ДВС с "импульсной" турбиной.
8. Идеальный цикл ДВС с изобарной турбиной.
9. Расчетные циклы двигателей.
10. Рабочие циклы двигателей.
11. Классификация ДВС.
12. Маркировка и обозначение ДВС.
13. Схема и принцип работы четырехтактного дизеля без наддува, индикаторная и круговая диаграмма газораспределения.
14. Схема и принцип работы двухтактного дизеля с прямоточной и контурной системами продувок, индикаторные и круговые диаграммы газораспределения.
15. Сравнительная оценка циклов и конструкций двухтактных и четырехтактных двигателей.
16. Способы повышения мощности ДВС
17. Наддув двигателей и способы его осуществления.
18. Охлаждение воздуха, подаваемого в цилиндры двигателей при их форсировании по наддуву.
19. Изобарная и импульсная системы турбонаддува, их сравнительная оценка.
20. Особенности и схемы систем воздухообеспечения двухтактных двигателей.
21. Конструктивная схема двигателя, группы деталей и системы.
22. Детали остова двигателя (фундаментная рама и рамовые подшипники, картер, блок цилиндров и цилиндрические втулки, крышки цилиндров, анкерные связи), их назначение, конструктивные формы и основные особенности.
23. Детали "механизма движения" (коленчатый вал, шатунный и крейцкопфный механизмы, поршневая группа), их назначение, основные конструктивные формы и особенности.
24. Детали механизма газораспределения двухтактных и четырехтактных двигателей, основные элементы, их конструктивные формы и основные особенности.
25. Системы двигателя (топливная, масляная, охлаждения, сжатого воздуха, воздухообеспечения, газоотвода, реверса), их назначение, состав, контролируемые параметры.
26. Вспомогательные механизмы, приборы и оборудование.

27. Органы управления и регулирования.
28. Основные параметры, характеризующие конструкцию двигателя.
29. Камеры сгорания. Способы смесеобразования в ДВС.
30. Неразделенные камеры сгорания с непосредственным впрыском топлива (требования к ним, достоинства и недостатки, основные типы).
31. М-процесс смесеобразования.
32. Предкамерное смесеобразование.
33. Вихрекамерное смесеобразование
34. Воздушно-камерное смесеобразование.
35. Системы продувки и выпуска двухтактных двигателей.
36. Сравнительная оценка прямоточных и контурных систем газообмена, их эффективность в системе газотурбинного наддува.
37. Процессы распыливания и испарения топлива, факторы, влияющие на эти процессы.
38. Элементарная схема процессов воспламенения и сгорания топлива, период задержки самовоспламенения топлива, фазы процесса сгорания.
39. Индикаторные и эффективные показатели работы двигателя.
40. Показатели эффективности ( $P_i$ ,  $N_i$ ,  $P_e$ ,  $N_e$ ).
41. Показатели экономичности ( $q_i$ ,  $\eta_i$ ,  $q_e$ ,  $\eta_e$ ) и оценка влияния на них параметров рабочего процесса, конструктивных, эксплуатационных и других факторов.
42. Показатели совершенства конструкции ДВС (механические потери и механический КПД, литровая, поршневая и цилиндровая мощности, габариты, масса и др.).
43. Показатели токсичности выпускных газов.
44. Тепловой баланс двигателя, зависимость статей теплового баланса от форсировки двигателей по скоростному режиму и наддуву.
45. Теплонапряженность рабочего цилиндра, критерии теплонапряженности.
46. Режимы и показатели работы двигателей.
47. Скоростные (внешние) характеристики ДВС.
48. Нагрузочные характеристики.
49. Регуляторные, регулировочные, гидравлические и универсальные характеристики двигателей.
50. Силы, действующие на детали КШМ при работе двигателя, типы КШМ.
51. Массы движущихся частей КШМ, приведение масс, динамическая модель двигателя.
52. Силы инерции одного цилиндра двигателя.
53. Раскладка сил в КШМ без учета сил инерции.
54. Раскладка сил в КШМ с учетом сил инерции.
55. Моменты от действующих сил.
56. Факторы, определяющие величину динамической напряженности ДВС.