

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

ФТД.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование и испытание систем управления энергетических комплексов

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

13.04.03 Энергетическое машиностроение

направленность (профиль)

Энергетические комплексы и системы управления

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 2 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	2	Итого
Форма контроля	зачёт	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные	0	0
Практические	16	16
Руководство: курсовые работы (проекты)	0	0
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	32,25	32,25
Самостоятельная работа	39,75	39,75
Контроль	0	0
Итого	72	72

Рабочую программу составил(и):

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

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

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

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

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

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

13.04.03 Энергетическое машиностроение

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2022 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Энергетические машины и системы управления»

(протокол заседания № 2 от «26» сентября 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение особенностей, методов и средств испытаний, а также обработки результатов при проектировании и испытании систем управления энергетических комплексов

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Основа научных исследований; Проектирование объектов энергетического машиностроения; Системы и устройства управления энергетическими машинами и установками; Планирование эксперимента в энергетическом машиностроении; Учебная практика (практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы); Производственная практика (научно-исследовательская работа) 1; Производственная практика (научно-исследовательская работа) 2.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Проектирование и испытание энергетических комплексов; Проектирование объектов энергетического машиностроения 3; Производственная практика (научно-исследовательская работа) 4; Производственная практика (преддипломная практика).

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1. Способен проводить научно-исследовательские работы	ПК-1.2. Проведение экспериментов по выбранной методике;	Знать: <ul style="list-style-type: none">▪ Актуальная нормативная документация в соответствующей области знаний▪ Методы организации труда при проведении исследований▪ Методы внедрения результатов исследований и разработок
		Уметь: <ul style="list-style-type: none">▪ Применять нормативную документацию в соответствующей области знаний▪ Анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок▪ Уметь осуществлять деятельность, направленную на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		задач
		Владеть: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Разработка элементов планов и методических программ проведения исследований и разработок ▪ Анализ результатов исследований и разработок ▪ Проверка правильности результатов

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек	Методология испытаний систем управления энергетических комплексов	2	2	—	—	Вопросы к зачету
	Пр	Оборудование и состав стендов для испытаний систем управления энергетических комплексов	2	2	—	—	Практическая работа №1
	Лек	Испытания как этап создания технических объектов. Роль, особенности и место испытаний в процессе проектирования и доводки ДВС. Нормативное обеспечение испытаний. (ГОСТ-14846, 16504 и др.)	2	2	—	—	Вопросы к зачету
	Пр	Определение погрешностей измерений при многократных наблюдениях	2	2	—	—	Практическая работа №2
	Лек	Классификация испытаний. Методы испытаний автомобильных двигателей.	2	2	—	—	Вопросы к зачету
	Пр	Обработка экспериментальных данных методом регрессионного анализа	2	2	—	—	Практическая работа №3
	Лек	Общие вопросы измерений. Средства измерений: меры измерительные приборы и системы.	2	2	—	—	Вопросы к зачету
	Пр	Погрешности измерений и измерительных приборов. Динамические погрешности.	2	2	—	—	Практическая работа №4
	Лек	Средства измерений, применяемые при испытаниях систем управления энергетических комплексов	2	2	—	—	Вопросы к зачету
	Пр	Случайные погрешности. Сведения о статистических погрешностях и их применении.	2	2	—	—	Практическая работа №5
	Лек	Регрессионный анализ. Основные понятия об автоматизированной обработке результатов измерений.	2	2	—	—	Вопросы к зачету
	Пр	Измерение давления, температуры и расходов жидкостей и газов.	2	2	—	—	Практическая работа №6

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	<i>Лек</i>	Анализ результатов исследований и разработок	2	2	—	—	Вопросы к зачету
	<i>Пр</i>	Измерение мощности ДВС. Тормозные установки и их характеристики.	2	2	—	—	Практическая работа №7
	<i>Лек</i>	Методы организации труда при проведении исследований	2	2	—	—	Вопросы к зачету
	<i>Пр</i>	Методы внедрения результатов исследований и разработок	2	2	—	—	Практическая работа №8
	<i>СР</i>	Подготовка практических работ	2	39,75	—	—	Вопросы к зачету Практическая работа №1-8
	<i>ПА</i>	Промежуточная аттестация	2	0,25	—	—	Вопросы к зачету
Итого:				72			

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Проектирование и испытание систем управления энергетических комплексов» используются следующие образовательные технологии:

- технологии традиционного обучения в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студентов;
- технология обучения в сотрудничестве: данная технология основана на принципах сотрудничества во временных командах или малых группах с целью получения качественного образовательного результата. Метод обучения работа в паре при выполнении практической работы.
- элементы проблемного обучения в виде наличия вопросов проблемного характера в практических работах и требований анализа полученных результатов с последующим выводом.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Занятия по дисциплине «Проектирование и испытание систем управления энергетических комплексов» для студентов вузов проводятся в соответствии с учебным планом. Аудиторная работа студентов под руководством преподавателей осуществляется в соответствии с расписанием в рамках лекций и практических занятий. В самостоятельную работу студентов входит более глубокое изучение теоретического материала и выполнение практических заданий в соответствии с направлением диссертационного исследования.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
2	ПК-1.2	Вопросы к зачету №1-40 Практические работы №1-8

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

7.2.1. Практическая работа №1. «Оборудование и состав стендов для испытаний автотракторных ДВС»

Краткое описание и регламент выполнения

Цель: ознакомление с планировкой и оборудованием лабораторий (стендов), предназначенных для испытаний ДВС и основными нормативными документами, регламентирующими испытания автомобильных двигателей.

Задачи:

- изучение требований к оснащению лабораторий (стендов);
- изучение общих требований при организации работ в лаборатории (на стенде);
- изучение основной нормативной документации.

Ожидаемый результат формирование знаний и представлений о составе оборудования и организации работы лабораторий (стендов) для испытаний автотракторных ДВС

Критерии оценки:

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

7.2.2. Практическая работа №2. «Определение погрешностей измерений при многократных наблюдениях»

Краткое описание и регламент выполнения

Целью практической работы является оценка погрешностей при многократных измерениях крутящего момента ДВС на электрическом балансирном тормозном устройстве.

В процессе проведения работы необходимо ознакомиться с основными правилами определения погрешностей результатов измерений и на практическом материале произвести оценку погрешности измерений крутящего момента ДВС.

Критерии оценки:

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

7.2.3. Практическая работа №3. «Обработка экспериментальных данных методом регрессионного анализа»

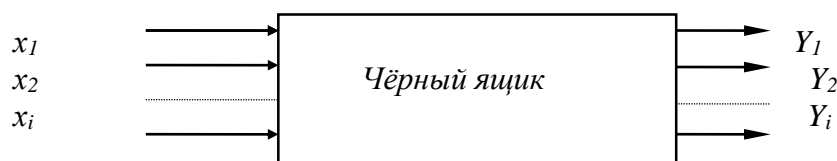
Краткое описание и регламент выполнения

Цель: изучение и применение для обработки экспериментальных данных методом регрессионного анализа.

Регрессионный анализ служит для нахождения по результатам эксперимента связи выходной характеристики процесса (устройства) с параметрами (факторами), которые априори влияют на эту характеристику и оценки точности найденной зависимости. В соответствии с ГОСТ 24026-80 регрессионный анализ определяется как статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик (функцию) количественных факторов, основанный на сочетании метода наименьших квадратов (МНК) и метода проверки статистических гипотез. В качестве выходной характеристики можно принимать конкретный ряд измерений, например, зависимости крутящего момента, мощности ДВС от оборотов, расхода топлива от состава смеси (т.е. скоростные и регулировочные характеристики ДВС), показатели надёжности, свойств и функционирования изделия, узла и т.д.

При этом в качестве факторов, т.е. измеряемых переменных величин, принимают параметры, оказывающие существенное воздействие на данный процесс, изделие. Искомую функцию называют целевой или функцией отклика.

Регрессионный анализ практически реализует модель «черного ящика», которая применяется в тех случаях, когда исследуется система с недостаточно явными и известными внутренними связями. Схема «черного ящика» приведена на рис., где входные величины x_i являются факторами, а выходные Y_i - целевыми функциями.



Математическая формулировка задачи регрессионного анализа состоит в следующем. Необходимо найти зависимость, называемую регрессионной

$$Y=f(x_1, x_2, \dots x_n) \pm \Delta,$$

где Y - целевая функция, x_n - определяющие факторы, Δ - ошибка определения Y .

Значения Y и x измеряют в процессе эксперимента и при анализе они известны. Однако вид функции связи (модель) до опыта не известен и должен быть найден по опытным данным. При этом имеется в виду, что на то, какое значение примет Y , влияют не только определяющие факторы, но и ряд мешающих, не управляемых факторов, к которым относятся погрешности измерений, не контролируемые изменения параметров, например, окружающей среды и т. д. Поэтому даже при строго фиксированных значениях x функция Y ведёт себя случайным образом, в связи с чем ставится задача нахождения её математического ожидания и дисперсии или доверительных интервалов, как характеристик меры отличия от наиболее вероятных (истинных) её значений, т.е. погрешностей её определения.

При этом под математическим ожиданием понимается функциональная зависимость $Y=f(x_1, x_2, \dots x_n)$, а под доверительным интервалом - величина Δ , характеризующая погрешность определения функции Y , которая находится из экспериментальных данных.

Задачей регрессионного анализа является выбор вида функции и оценка её коэффициентов, называемых коэффициентами регрессии. В общем виде функция может быть записана следующим образом:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i \neq j}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^k b_{iii} x_i^3 \dots,$$

где: b_0, b_{ii} - коэффициенты уравнения регрессии, x_i, x_j - независимые переменные, определяемые из опыта.

Вид функции должен быть по возможности прост, но в то же время хорошо отражать реальную зависимость. Выбор вида базируется на основе физических предпосылок, материалах решения аналогичных задач и т.д. Выбранный вид функции проверяется в процессе регрессионного анализа по соответствующим критериям и может быть уточнён (изменён).

В практических приложениях очень часто может быть принята либо линейная зависимость (модель)

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_i x_i + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + \dots + b_{ij} x_i x_j + b_{123} x_1 x_2 x_3 + \dots,$$

либо зависимость второго порядка (квадратичная)

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_i x_i + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + \dots + b_{ij} x_i x_j + \dots + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + \dots.$$

В случае одной переменной x данные уравнения будут иметь наиболее простой вид:

$$Y = b_0 + b_1 x,$$

$$Y = b_0 + b_1 x + b_2 x^2.$$

Для нахождения неизвестных коэффициентов b_i чаще всего используют МНК, действительный при следующих допущениях:

- результаты наблюдений Y_1, Y_2, \dots, Y_n , где n число повторных наблюдений представляют собой независимые, нормально распределённые случайные величины;
- отсутствуют аномальные значения;
- дисперсии $D(Y_i)$ равны друг другу (однородны);
- переменные факторы x_1, x_2, \dots, x_k являются независимыми и измеряются с погрешностью пренебрежимо малой по сравнению с погрешностью величины Y .

Проведя эксперимент, необходимо проверить и убедиться в справедливости данных допущений. Обычно первое и последнее из них выполняются в силу особенностей нормального закона распределения и технологии измерений, т.к. всегда параметр измеряется точнее функции.

Аномальные, т.е. резко отличающиеся от основной массы результатов значения, должны быть подвергнуты подробным исследованиям, т.к. необходимо иметь в виду, что этот выброс (отличие) может в действительности оказаться просто одним из экстремальных значений измеряемого параметра. Поэтому, если нет достаточных оснований ни для принятия, ни отбрасывания выпадающих значений или если анализ проводится на ЭВМ, необходимо применять специальные алгоритмы отбраковки, основанные на специальных статистических критериях.

Исследование аномальных значений преследует следующие цели:

- выровнять наблюдения перед дальнейшим анализом;
- убедиться, что аномальные значения присутствуют, что указывает на необходимость пересмотра процедуры получения данных;
- выделить результаты, которые могут представлять особый интерес именно из-за их экстремальности.

В математической постановке задача отбраковки состоит в том, чтобы решить все ли измерения принадлежат одной генеральной совокупности или же имеются результаты, принадлежащие иной генеральной совокупности и выполняется методами проверки статистических гипотез.

В математической статистике приводится большое количество соответствующих критериев. В частности, в случае, когда используют оценки математического ожидания и дисперсии (т.е. их теоретические значения неизвестны) возможно применения критерия:

$$\tau_i = \frac{y_i - \bar{y}}{S(y_i)},$$

где

$$S(y_i) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}.$$

Здесь: y_i - аномальное измеренное значение (функции отклика или в общем случае любого измеряемого параметра), $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ - среднеарифметическое значение, n - количество повторных измерений серии опытов, в которых отсутствует аномальное значение. Из соответствующих статистических таблиц находят теоретическое значение критерия $\tau_{табл}$ для заданного уровня значимости и количества опытов.

Если $\tau_i > \tau_{табл}$, то результат исключается.

Фрагмент таблицы, в которой приведены теоретические значения данного критерия грубых промахов (аномальных значений) приведён ниже.

Таблица 1- Значения критерия грубых промахов $\tau_{табл}$

Число опытов	Величина $\tau_{табл}$ при различной доверительной вероятности		
	0,9	0,95	0,99
3	1,41	1,41	1,41
4	1,65	1,69	1,72
5	1,79	1,87	1,96
10	2,15	2,29	2,41
25	2,54	2,72	3,07

Справедливость равенства (однородности) дисперсий $\sigma^2(y)$ можно осуществлять с использованием различных статистических критериев. Наиболее просто это осуществляется с использованием критерия Фишера (F - критерий), представляющего собой отношение большей дисперсии к меньшей. Если полученное значение отношения больше приведенного в таблицах критерия Фишера для соответствующего числа опытов (числа степеней свободы) и выбранного уровня значимости (доверительной вероятности), то дисперсии отличаются существенно, т.е. неоднородны.

Для случая равных выборок применяется односторонний критерий, который записывается в виде:

$$F = \frac{S_1(y)^2}{S_2(y)^2},$$

где в числителе стоит большая дисперсия. Если:

$$F = \frac{S_1(y)^2}{S_2(y)^2} > F_{табл},$$

где $F_{табл}$ - табличное значение критерия Фишера. Если данное условие выполняется, то различие между дисперсиями следует признать значимым (т.е. дисперсии отличаются). Ряд измерений, дисперсии которого отличаются, исключается из рассмотрения или же измерения на данном уровне проводятся повторно.

Таким образом, после отбраковки аномальных значений и проверки однородности дисперсий формируется достоверный массив исходных данных.

К этим данным применяют процедуру МНК и получают уравнение целевой функции.

На следующем этапе регрессионного анализа проводят проверку адекватности (соответствия) полученного уравнения опытным данным, которая необходима потому, что вид зависимости был заранее неизвестен и выбирался из априорных соображений.

Адекватность проверяют обычно по критерию Фишера:

$$F = \frac{S^2_{ad}}{S^2(y)},$$

где: S^2_{ad} - дисперсия адекватности, определяемая как

$$S^2_{ad} = \frac{1}{N-k} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (y_{ji} - y_{pj})^2,$$

где N - общее количество опытов, k - количество коэффициентов в уравнении целевой функции, m - количество уровней измерений факторов, n - количество повторных опытов на одном уровне, y_{ji} - i -ые экспериментальные значения на j -ом уровне, y_{pj} - расчётное значение величины y , вычисленное по полученному уравнению при подстановке в него опытных значений x на j -ом уровне;

$S^2(y)$ - оценка дисперсии воспроизводимости опыта.

При определении $S^2(y)$ в серии специально проводимых повторных опытов на одном уровне расчёт выполняют по формуле:

$$S^2(y) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2,$$

где $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ - среднеарифметическое значение,

n - количество повторных опытов при данном значении (уровне) фактора.

В том случае, когда при каждом значении фактора было проведено равное количество повторных опытов и дисперсии однородны:

$$S^2(y) = \frac{1}{m(n-1)} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_j)^2,$$

где: $j = 1, 2, \dots, m$ - число уровней факторов, $i = 1, 2, \dots, n$ - число повторных опытов (одинаковое при разных уровнях фактора).

В случае однородности дисперсий и разного количества повторных опытов на каждом уровне, величина оценки дисперсии воспроизводимости опыта определяется по формуле:

$$S^2(y) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m S^2(y)_j,$$

где: m - число уровней факторов, для которых определялась дисперсия, $S^2(y)_j$ - оценка дисперсии на j -ом уровне.

Расчитанное значение критерия Фишера F сравнивают с табличным $F_{табл}$ (теоретическим), определяемым для принятого уровня значимости α (или доверительной вероятности $\beta = 1 - \alpha$) в соответствии с указаниями по входу в таблицу. Для решения технических задач обычно принимают $\alpha = 0,05$ ($\beta = 0,95$).

Если $F_{табл} > F$, то регрессионная модель адекватна результатам эксперимента, если наоборот, то необходимо принять иной вид функциональной зависимости. Таким образом данная процедура позволяет количественно оценить справедливость выбора той или иной функциональной зависимости (математической модели).

Последний этап регрессионного анализа состоит в проверке значимости полученных коэффициентов уравнения функции отклика. Эту проверку необходимо выполнять с целью определения достаточности выбранных коэффициентов, т.к. может оказаться, что роль

данного коэффициента весьма незначительна, т.е. статистически не значима и уравнение может быть упрощено.

Для проверки значимости коэффициентов можно применить метод построения доверительного интервала. При этом доверительный интервал определяется по формуле:

$$\Delta B = t \frac{S(y)}{\sqrt{n}},$$

где: t - критерий Стьюдента при числе степеней свободы, с которыми определялась оценка дисперсии для вероятности, равной выбранному уровню значимости, $S(y)$ - среднее квадратичное отклонение оценки дисперсии воспроизводимости, n - число повторных опытов при данном фиксированном значении фактора.

Коэффициент считается значимым, если его величина больше вычисленного доверительного интервала, т.е. если его среднее влияние на функцию Y больше, чем разбросы за счёт неточности модели и «мешающих» факторов.

Если получено, что коэффициент не значим, то он исключается из уравнения и повторяется процедура МНК для более простого уравнения, не содержащего незначимый коэффициент. Физически это означает малое влияние (статистически не значимое) данного члена уравнения.

В результате всей последовательности расчётов записывают полученное уравнение, которое называют регрессионным, в следующем виде:

$$Y=f(x) \pm \Delta B_j ; \beta=0,95.$$

Отчёт по практической работе должен содержать:

- цель работы;
- необходимые сведения о регрессионном анализе;
- анализ анамальных значений,
- проверку однородности дисперсий;
- обоснование выбранного вида и метод получения целевой функции;
- проверку адекватности полученного уравнения;
- оценку значимости коэффициентов уравнения;
- выводы по работе.

Критерии оценки:

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

7.2.4. Практическая работа №4. «Погрешности измерений и измерительных приборов. Динамические погрешности»

Краткое описание и регламент выполнения

Цель: ознакомление с методикой оценки погрешности измерений и измерительных приборов.

Ожидаемый результат формирование знаний и представлений о составе оборудования и организации работы лабораторий (стендов) для испытаний систем управления энергетических комплексов

Критерии оценки:

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

7.2.5. Практическая работа №5. «Случайные погрешности. Сведения о статистических погрешностях и их применении»

Краткое описание и регламент выполнения

Цель: ознакомление с методикой оценки случайных погрешностей, получение сведения о статистических погрешностях и их применении.

Задачи:

- изучение требований к оснащению лабораторий (стендов);
- изучение общих требований при организации работ в лаборатории (на стенде);
- изучение основной нормативной документации.

Ожидаемый результат формирование знаний и представлений о составе оборудования и организации работы лабораторий (стендов) для испытаний систем управления энергетических комплексов

Критерии оценки:

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

7.2.6. Практическая работа №6. «Измерение давления, температуры и расходов жидкостей и газов»

Краткое описание и регламент выполнения

Цель: ознакомление с планировкой и оборудованием лабораторий (стендов), предназначенных для испытаний систем управления энергетических комплексов.

Задачи:

- изучение требований к оснащению лабораторий (стендов);
- изучение общих требований при организации работ в лаборатории (на стенде);
- изучение основной нормативной документации.

Ожидаемый результат формирование знаний и представлений о составе оборудования и организации работы лабораторий (стендов) для испытаний систем управления энергетических комплексов

Критерии оценки:

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

7.2.7. Практическая работа №7. «Измерение мощности ДВС. Тормозные установки и их характеристики»

Краткое описание и регламент выполнения

Цель: ознакомление с планировкой и оборудованием лабораторий (стендов), предназначенных для испытаний систем управления энергетических комплексов.

Задачи:

- изучение требований к оснащению лабораторий (стендов);
- изучение общих требований при организации работ в лаборатории (на стенде);
- изучение основной нормативной документации.

Ожидаемый результат формирование знаний и представлений о составе оборудования и организации работы лабораторий (стендов) для испытаний систем управления энергетических комплексов

Критерии оценки:

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

7.2.8. Практическая работа №8. «Методы внедрения результатов исследований и разработок»

Краткое описание и регламент выполнения

Цель: ознакомление с методами внедрения результатов исследований и разработок.

Задачи:

- изучение основных нормативных документами, регламентирующих испытания систем управления энергетических комплексов;
- изучение методами внедрения результатов исследований и разработок;
- изучение основной нормативной документации.

Ожидаемый результат формирование знаний и представлений о методах внедрения результатов исследований и разработок современных систем управления энергетических комплексов

Критерии оценки:

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

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр ____ 2 ____

№ п/п	Вопросы к зачету (устно)
1.	Определение и место испытаний при разработке новой техники.
2.	Методология испытаний.
3.	Методика испытаний. Определение и разделы.
4.	Роль испытаний в процессе проектирования и доводки ДВС.
5.	Классификация испытаний по ГОСТ 14846-81.
6.	Измерения при испытаниях. Определение измерений, понятие средств измерений (меры, измерительные приборы и измерительные системы).
7.	Характеристики измерительных приборов (класс точности, чувствительность и её порог).
8.	Понятие измерительной цепи и её элементы.
9.	Измерительные системы и их виды (измерительно-вычислительный комплекс на основе ЭВМ, телеметрическая система).
10.	Погрешности измерений. Определение и классификация.
11.	Субъективные погрешности. Их виды и способ устранения.
12.	Объективные погрешности и их виды. Систематическая составляющая погрешности.
13.	Объективные погрешности. Динамическая погрешность и её определение (на примере термopары). Динамическая погрешность и её оценка на основе применения АЧХ.
14.	Объективные погрешности. Случайная погрешность и её оценка (точечная).
15.	Объективные погрешности. Случайная погрешность и её оценка (интервальная).
16.	Метод проверки статистических гипотез и его применение при обработке результатов испытаний.
17.	Первичные измерительные преобразователи. Устройство, характеристики и применение преобразователей потенциометрического и индукционного типов.
18.	Первичные измерительные преобразователи. Устройство, характеристики и применение преобразователей индуктивного и ёмкостного типов.
19.	Первичные измерительные преобразователи. Устройство, характеристики и применение преобразователей на основе тензо- и пьезо- эффектов.
20.	Первичные измерительные преобразователи. Устройство, характеристики и применение преобразователей на основе эффекта Холла.
21.	Первичные измерительные преобразователи. Устройство, характеристики и применение преобразователей на основе термоЭДС и термосопротивления.
22.	Измерение мощности ДВС.
23.	Виды тормозных установок и их характеристики. Электрические тормозные установки.
24.	Виды тормозных установок и их характеристики. Гидравлические тормозные установки.
25.	Измерение расхода топлива при испытаниях ДВС.
26.	Измерение расхода воздуха при испытаниях ДВС.
27.	Измерение усилий и моментов при испытаниях ДВС. Виды весовых головок.
28.	Измерение состава отработавших газов. Виды измерительных средств. Оптико-акустический газоанализатор (схема, принцип работы).
29.	Измерение состава отработавших газов. Виды измерительных средств.

№ п/п	Вопросы к зачету (устно)
	Хроматографический газоанализатор (схема, принцип работы).
30.	Оценка токсичности двигателей автомобилей. Метод и типы испытаний.
31.	Оценка токсичности двигателей автомобилей. Ездовой цикл ECE +EUDC правил ЕЭК ООН.
32.	Оценка токсичности двигателей автомобилей. Схема лаборатории по оценке токсичности.
33.	Методы оценки дымности отработавших газов.
34.	В чем заключаются вредное влияние переходных процессов на характеристики двигателя и его причины.
35.	Пуск двигателя и его особенности. Условия запуска.
36.	Прогрев двигателя. Значение прогрева в эксплуатации.
37.	Останов двигателя и его особенности.
38.	Понятие разгона двигателя.
39.	Типичное изменение параметров при разгоне двигателя
40.	Характер изменения индикаторного давления и др. показателей двигателя в сходственных рабочих циклах.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
2	Зачет	«зачтено»	заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой. Как правило, оценка "зачтено" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
		«не зачтено»	выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Смоленский В. В., Дзюбан А. М., Смоленская Н. М.	Конструкция и эксплуатационные свойства автомобильных ДВС	учебное пособие	2017	20
2	Кукушкина В. В.	Организация научно-исследовательской работы студентов (магистров)	учебное пособие	2021	10
3	Корчагин В. А.	Тепловой расчет автомобильных двигателей	учебное пособие	2016	ЭБС "IPRbooks"
4	Баширов Р. М.	Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета	учебник	2017	ЭБС "Лань"
5	Дружинин А. М.	Модернизация двигателей внутреннего сгорания: Цилиндропоршневая группа нового поколения.	учебное пособие	2017	ЭБС "IPRbooks"
6	Крюков К. С.	Теория и конструкция силовых установок	учебное пособие	2020	ЭБС "ZNANIUM.COM"
7	Коваленко Н. А.	Научные исследования и решение инженерных задач в сфере автомобильного транспорта	учебное пособие	2018	ЭБС "ZNANIUM.COM"
8	Рузавин Г. И.	Методология научного познания	учебное пособие	2017	ЭБС "IPRbooks"
9	Михалкин Н. В.	Методология и методика научного исследования	учебное пособие	2017	ЭБС "IPRbooks"
10	Федотова Е. Л.	Информационные технологии в науке и образовании	учебное пособие	2019	ЭБС "ZNANIUM.COM"
11	Логуновой О. С.	Представление и визуализация результатов научных исследований	учебник	2020	ЭБС "ZNANIUM.COM"
12	Алексеев Г. В., Леу А. Г.	Основы защиты интеллектуальной собственности	учебное пособие	2020	ЭБС "Лань"

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
13	Иващенко Н. П.	Основы предпринимательства	Учебно-методическое пособие	2016	ЭБС "ZNANIUM.COM"
14	Гореликова-Китаева О. Г., Бабин М. Г.	Готовимся к экзамену (зачету) по организации производства	учебное пособие	2016	ЭБС "IPRbooks"
15	Серов Г. В., Сидорова Е. Н.	Физические основы производства: расчеты и контроль металлургических процессов:	практикум	2018	ЭБС "Лань"

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Суркин В. И.	Основы теории и расчета автотракторных двигателей	учебное пособие	2020	5
2	Костенко А. В. [и др.].	Автомобиль. Устройство. Автомобильные двигатели	учебное пособие	2020	3
3	Хорош А. И., Хорош И. А.	Дизельные двигатели транспортных и технологических машин	учебное пособие	2019	2
4	Лазарева Т. Я. [и др.].	Интегрированные системы проектирования и управления в машиностроении	учебное пособие	2016	1
5	Барботько А. И. [и др.].	Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении	учебное пособие	2016	1
6	Наумов С. А.	Методика выполнения теплового и	учебное пособие	2015	ЭБС "IPRbooks"

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
		динамического расчетов двигателей			
7	Косова Е. Н. [и др.]	Компьютерные технологии в научных исследованиях	учебное пособие	2015	ЭБС "IPRbooks"
8	Баландина Н. В.	Основы экспериментальных исследований	учебное пособие	2015	ЭБС "IPRbooks"
9	Федоров Ю. Н.	Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка	Учебно-практическое пособие	2018	2
10	Пачурин Г. В. [и др.]	Кузов современного автомобиля: материалы, проектирование и производство	учебное пособие	2018	ЭБС "Лань"
11		Автомобильный рынок России - 2017	Справочник	2017	25

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	№619935341, 2013 г. бессрочный
2	Office Standart	№61935138 от 28.05.2012 бессрочный

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Б-208. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Стол� ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, доска аудиторная (меловая), стул, ДВС Д-30-37, настенные плакаты, ДВС В-2, ДВС ЗиЛ 130, ДВС АЗЛК412, ДВС ВА31111, блок картер в сборе РПД, наглядное пособие "Шатуны", газотурбинный двигатель, редуктор ГТД, электрический стенд "Система охлаждения", электрический стенд "Система смазки", РПД, ДВС ВА3 2108, наглядное пособие "Коленчатые валы", наглядное пособие "Поршни" стеллажи с узлами и агрегатами ДВС
2	Б-209. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для	Стол� ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, кафедра, доска аудиторная (меловая), экран.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	
3	Б-212. Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	столы ученические, доска аудиторная, стол преподавательский, стулья ученические, сканер, шкаф книжный, ПК, доска аудиторная (меловая)
4	Б-214. Лаборатория "Газовая динамика"	стеллаж с наглядными пособиями, стеллаж с лабораторными пособиями, вакуумный привод, столы ученические двухместные (моноблоки), доска аудиторная, турбокомпрессор, вакуумная заслонка, вакуумметр, наглядные пособия, стол преподавательский, стул преподавательский.
5	Б-104. Учебно-моторный бокс	Стол ученические, стулья ученические, частотметр электроносчетный ЧЗ-34А, вольтметр универсальный В7-21, электронный тахометр ТЦ-3, топливный расходомер, весы, двигатель бензиновый ВА3-2114, тормозная установка MEZ Vsetin, ресивер., лавка мягкая., шкаф металлический., двигатель дизельный Д-37Б., индикатор МАИ-2А., манометровый стенд., манометр жидкостный, узел пожаротушения ОУ-3-ВСУ
6	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Стол ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет