

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

ФТД.03  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Управление разработкой конструкций энергетических установок АТС и их  
компонентов**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
**13.04.03 Энергетическое машиностроение**

направленность (профиль)  
**Энергетические комплексы и системы управления**

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 2 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр                                | 2         | Итого     |
|--|-----------|-----------|
| Форма контроля                         | зачёт     |           |
| Вид занятий                            |           |           |
| Лекции                                 | 2         | 2         |
| Лабораторные                           | 0         | 0         |
| Практические                           | 32        | 32        |
| Руководство: курсовые работы (проекты) | 0         | 0         |
| Промежуточная аттестация               | 0,25      | 0,25      |
| Контактная работа                      | 34,25     | 34,25     |
| Самостоятельная работа                 | 37,75     | 37,75     |
| Контроль                               | 0         | 0         |
| <b>Итого</b>                           | <b>72</b> | <b>72</b> |

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 2025 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Энергетические машины и системы управления»

---

(протокол заседания № 11 от «01» июля 2022 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<br>(код и наименование)   | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование)                                | Планируемые результаты обучения  |
|--|--|--|
| ПК-2 Способен проводить управление разработкой конструкций энергетических установок АТС и их компонентов | ПК-2.1 Планирование разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов | <b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Методики проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</li><li>– Условия эксплуатации проектируемых энергетических установок АТС и их компонентов</li><li>– Основы методики технико-экономических расчетов</li><li>– Системы управления инженерными данными</li><li>– Порядок подготовки материалов для патентования</li><li>– Лучшие практики разработки энергетических установок АТС и их компонентов</li></ul> |
|  |  | <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Формировать технические требования и технические задания на разработку энергетических установок АТС и их компонентов</li><li>– Производить предварительную оценку технико-экономических показателей на проектируемые энергетические установки АТС и их</li></ul>   |

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование)                               | Планируемые результаты обучения   |
|--|---|---|
|  |   | <p>компоненты</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать лучшие практики разработки энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Систематизировать справочно-информационные материалы по выпускаемой продукции, применяемым технологиям и научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам ведущих фирм</li> <li>– Анализировать результаты испытаний энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Применять системы управления инженерными данными</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Формирование планов разработки конструкций, эксплуатационно-технической и конструкторской документации на энергетические установки АТС и их компоненты</li> <li>– Планирование ресурсов для разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Распределение и координация работ по разработке конструкций энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Корректировка планов разработки конструкции и конструкторской документации на энергетические установки АТС и их компоненты</li> </ul> |
|  | ПК-2.2 Организация разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Принципы работы и условия эксплуатации проектируемых конструкций энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Требования нормативной технической документации, технических регламентов, национальных и международных стандартов в отношении энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Инструменты системы менеджмента качества</li> </ul>   |

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование)  | Планируемые результаты обучения  |
|--|--|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методика структурирования функции качества</li> <li>– Концепция жизненного цикла продукта</li> <li>– Процессный подход к управлению организацией</li> </ul>   |
|  |  | <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать влияние ключевых факторов на выходные характеристики энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Анализировать прочностные свойства материалов и прочностные свойства компонентов энергетических установок АТС, связанных с особенностями конструкций</li> <li>– Анализировать лучшие практики разработки энергетических установок АТС и их компонентов</li> </ul>   |
|  |  | <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Мониторинг и контроль выполнения планов разработки конструкций, эксплуатационно-технической и конструкторской документации на энергетические установки АТС и их компоненты</li> <li>– Корректировка планов разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Подготовка предложений по унификации и применению оригинальных или серийных энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Анализ результатов выполненных расчетов систем энергетических установок АТС и их компонентов</li> </ul> |
|  | ПК-2.3 Инициирование проведения патентных исследований энергетических установок АТС и их компонентов | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Процедура получения патентов</li> <li>– Основы патентования</li> </ul>  |
|  |  | <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать конструкции энергетических установок АТС и их компонентов на патентную чистоту</li> <li>– Проводить патентный мониторинг</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ соответствия</li> </ul>   |

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование)  | Планируемые результаты обучения  |
|--|--|--|
|  |  | <p>разрабатываемых энергетических установок АТС и их компонентов требованиям патентной чистоты</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Формирование предложений по проведению патентных исследований энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Формирование заявок на патентование объекта интеллектуальной собственности</li> </ul>   |
|  | ПК-2.4 Организация конструкторского сопровождения производства и испытаний энергетических установок АТС и их компонентов | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Особенности технологий опытного и серийного производства организации</li> <li>– Методики анализа видов и последствий потенциальных отказов</li> <li>– База данных отклонений параметров, влияющих на показатели эксплуатационной надежности выпускаемой продукции</li> <li>– Характеристики технологического оборудования</li> <li>– Условия эксплуатации проектируемых конструкций энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Особенности влияния изменений конструкции на технические параметры изделия</li> <li>– Технические характеристики оборудования для испытаний энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Методика проведения измерений и испытаний</li> <li>– Требования нормативной технической документации, технических регламентов, национальных и международных стандартов в отношении энергетических установок АТС и их компонентов</li> </ul> |
|  |  | <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать отклонения от конструкторской документации, технических требований и</li> </ul>   |

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование) | Планируемые результаты обучения   |
|--|---|---|
|  |   | <p>формировать рекомендации по их устранению</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализировать технологические предложения и обосновывать выбор технологии опытного и серийного производства</li> <li>– Анализировать влияние технологических особенностей изготовления на технические характеристики компонентов энергетических установок АТС</li> <li>– Проводить мониторинг показателей эксплуатационной надежности энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Анализировать результаты исследований и испытаний энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Формировать техническое задание для анализа видов и последствий потенциальных отказов</li> <li>– Анализировать лучшие практики разработки энергетических установок АТС и их компонентов</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ технологии изготовления и сборки энергетических установок АТС и их компонентов в опытном и серийном производстве и характеристик технологического оборудования</li> <li>– Анализ результатов испытаний энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Разработка предложений по корректировке конструкторской документации и мероприятий по устранению замечаний, выявленных при эксплуатации энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Разработка мероприятий по устранению замечаний по результатам испытаний энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Разработка требований для</li> </ul> |

| <b>Формируемые и контролируемые компетенции</b><br>(код и наименование) | <b>Индикаторы достижения компетенций</b><br>(код и наименование) | <b>Планируемые результаты обучения</b>  |
|---|--|---|
|   |  | <p>поставщиков с учетом данных результатов испытаний энергетических установок АТС и их компонентов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Разработка мероприятий по выявлению и устранению дефектов конструкций энергетических установок АТС и их компонентов</li> <li>– Разработка мероприятий по изменению конструкции энергетических установок АТС при изменении законодательных требований к конструкции энергетических установок АТС</li> <li>– Контроль внедрения новой техники в производство</li> </ul> |



#### 4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль<br>(раздел) | Вид<br>учебной<br>работы | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)  | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|--------------------|--------------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Модуль 1           | Лек                      | Методология и основные подходы к управлению разработкой конструкций энергетических установок АТС и их компонентов | 2       | 2         | –     | –              | Вопросы к зачету   |
|                    | Пр                       | Оборудование и состав стендов для испытаний систем управления энергетических комплексов                           | 2       | 2         | –     | –              | Практическая работа №1   |
|                    | Пр                       | Определение погрешностей измерений при многократных наблюдениях   | 2       | 2         | –     | –              | Практическая работа №2   |
|                    | Пр                       | Обработка экспериментальных данных методом регрессионного анализа   | 2       | 2         | –     | –              | Практическая работа №3   |
|                    | Пр                       | Погрешности измерений и измерительных приборов. Динамические погрешности.   | 2       | 2         | –     | –              | Практическая работа №4   |
|                    | Пр                       | Случайные погрешности. Сведения о статистических погрешностях и их применении.                                    | 2       | 2         | –     | –              | Практическая работа №5   |
|                    | Пр                       | Измерение давления, температуры и расходов жидкостей и газов.   | 2       | 2         | –     | –              | Практическая работа №6   |
|                    | Пр                       | Измерение мощности ДВС. Тормозные установки и их характеристики.  | 2       | 2         | –     | –              | Практическая работа №7   |
|                    | Пр                       | Методы внедрения результатов исследований и разработок  | 2       | 2         | –     | –              | Практическая работа №8   |
|                    | Пр                       | Планирование разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов                                 | 2       | 4         | –     | –              | Практическая работа №9   |
|                    | Пр                       | Организация разработки конструкций энергетических установок АТС и их  | 2       | 4         | –     | –              | Практическая работа №10  |

| Модуль<br>(раздел) | Вид<br>учебной<br>работы | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)  | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|--------------------|--------------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
|                    |                          | компонентов   |         |           |       |                |  |
|                    | Пр                       | Инициирование проведения патентных исследований энергетических установок АТС и их компонентов                     | 2       | 4         | –     | –              | Практическая работа №11  |
|                    | Пр                       | Организация конструкторского сопровождения производства и испытаний энергетических установок АТС и их компонентов | 2       | 4         | –     | –              | Практическая работа №12  |
|                    | СР                       | Подготовка практических работ   | 2       | 37,75     | –     | –              | Вопросы к зачету<br>Практическая работа №1-12                          |
|                    | ПА                       | Промежуточная аттестация  | 2       | 0,25      | –     | –              | Вопросы к зачету   |
| <b>Итого:</b>      |                          |   |         | <b>72</b> |       |                |  |

## **5. Образовательные технологии**

При изучении дисциплины «Управление разработкой конструкций энергетических установок АТС и их компонентов» 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 «Управление разработкой конструкций энергетических установок АТС и их компонентов» 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.

Методические рекомендации преподавателям:

1. При проведении лекций рекомендуется четко сформулировать цели изучаемого раздела, пункта и данного занятия.
2. Целесообразно рассматриваемый материал пояснять на элементарных примерах, в том числе из изучавшихся ранее курсов.
3. Полезно в процессе лекционного занятия по рассматриваемой теме довести до студентов её практическое значение для современного состояния в области профессиональной деятельности.
4. Проведение лабораторных и практических занятий организовывать по принципу группового изучения и выполнения при консультации преподавателя в случае затруднения студентов при обсуждении в группе.

Методические указания студентам.

1. Самостоятельную работу следует выполнять непосредственно после заслушивания материала во время лекционных занятий.
2. Во время проведения лабораторных и практических занятий необходимо уяснить вопросы на самостоятельную проработку материала.
3. Подготовку к итоговой аттестации (зачету) необходимо проводить путем прочтения изучаемого раздела и затем письменного его изложения (по памяти) до достижения полного понимания и отображения в виде ответа на изучаемый вопрос.
4. Посещать лекционные занятия и аккуратно вести конспекты.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции<br>(или ее части) | Наименование<br>оценочного средства                  |
|---------|--|--|
| 2       | ПК-2   | Вопросы к зачету №1-104<br>Практические работы №1-12 |

### 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.

**Ожидаемый результат:** 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»

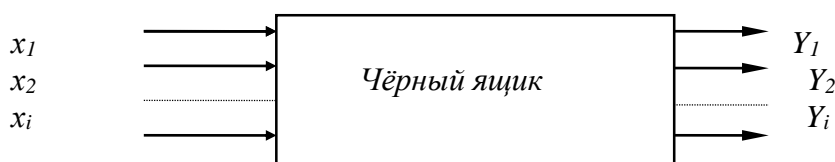
##### Краткое описание и регламент выполнения

**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,  $\Delta$  - 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  $\Delta$ , 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:

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

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)

$$Y=b_0 + b_1x_1 + b_2x_2+...+ b_ix_i + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 +... +b_{ij}x_ix_j + b_{123}x_1x_2x_3 + ... ,$$

либо зависимость второго порядка (квадратичная)

$$Y=b_0 + b_1x_1 + b_2x_2+...+ b_ix_i + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 +... +b_{ij}x_ix_j +... + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 +... .$$

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

$$Y=b_0 + b_1x,$$

$$Y=b_0 + b_1x + b_2x^2 .$$

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:

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

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.

Рассчитанное значение критерия Фишера  $F$  сравнивают с табличным  $F_{табл}$  (теоретическим), определяемым для принятого уровня значимости  $\alpha$  (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

#### **7.2.9. Практическая работа №9. «Планирование разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов»**

##### **Краткое описание и регламент выполнения**

**Цель:** ознакомление с методами внедрения результатов исследований и разработок.

##### **Задачи:**

- формирование планов разработки конструкций, эксплуатационно-технической и конструкторской документации на энергетические установки АТС и их компоненты;
- планирование ресурсов для разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов;
- распределение и координация работ по разработке конструкций энергетических установок АТС и их компонентов;
- корректировка планов разработки конструкции и конструкторской документации на энергетические установки АТС и их компоненты.

**Ожидаемый результат:** формирование знаний и представлений о методах планирования разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов

##### **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

#### **7.2.10. Практическая работа №10. «Организация разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов»**

##### **Краткое описание и регламент выполнения**

**Цель:** ознакомление с методами внедрения результатов исследований и разработок.

##### **Задачи:**

- декомпозиция задач на разработку конструкции энергетических установок АТС и их компонентов;
- координация действий исполнителей разработки конструкции энергетических установок АТС и их компонентов;
- мониторинг и контроль выполнения планов разработки конструкций, эксплуатационно-технической и конструкторской документации на энергетические установки АТС и их компоненты;
- корректировка планов разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов;
- подготовка предложений по унификации и применению оригинальных или серийных энергетических установок АТС и их компонентов;
- анализ результатов выполненных расчетов систем энергетических установок АТС и их компонентов.

**Ожидаемый результат:** формирование знаний и представлений об методах организации разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов.

**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

#### **7.2.11. Практическая работа №11. «Инициирование проведения патентных исследований энергетических установок АТС и их компонентов»**

**Краткое описание и регламент выполнения**

**Цель:** ознакомление с методами внедрения результатов исследований и разработок.

**Задачи:**

- анализ соответствия разрабатываемых энергетических установок АТС и их компонентов требованиям патентной чистоты;
- формирование предложений по проведению патентных исследований энергетических установок АТС и их компонентов;
- формирование заявок на патентование объекта интеллектуальной собственности.

**Ожидаемый результат:** формирование знаний и представлений о методах инициирования проведения патентных исследований энергетических установок АТС и их компонентов

**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

#### **7.2.12. Практическая работа №12. «Организация конструкторского сопровождения производства и испытаний энергетических установок АТС и их компонентов»**

**Краткое описание и регламент выполнения**

**Цель:** ознакомление с методами внедрения результатов исследований и разработок.

**Задачи:**

- анализ технологии изготовления и сборки энергетических установок АТС и их компонентов в опытном и серийном производстве и характеристик технологического оборудования;
- анализ результатов испытаний энергетических установок АТС и их компонентов;

- разработка предложений по корректировке конструкторской документации и мероприятий по устранению замечаний, выявленных при эксплуатации энергетических установок АТС и их компонентов;
- разработка мероприятий по устранению замечаний по результатам испытаний энергетических установок АТС и их компонентов;
- разработка требований для поставщиков с учетом данных результатов испытаний энергетических установок АТС и их компонентов;
- разработка мероприятий по выявлению и устранению дефектов конструкций энергетических установок АТС и их компонентов;
- разработка мероприятий по изменению конструкции энергетических установок АТС при изменении законодательных требований к конструкции энергетических установок АТС;
- контроль внедрения новой техники в производство.

**Ожидаемый результат:** формирование знаний и представлений об методах организации конструкторского сопровождения производства и испытаний энергетических установок АТС и их компонентов

**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 термпары). 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.  |

| №<br>п/п | Вопросы к зачету (устно)  |
|----------|---|
|          | Хромотографический 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.  |
| 41.      | Методики проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ   |
| 42.      | Условия эксплуатации проектируемых энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 43.      | Основы методики технико-экономических расчетов  |
| 44.      | Системы управления инженерными данными  |
| 45.      | Порядок подготовки материалов для патентования  |
| 46.      | Лучшие практики разработки энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 47.      | Формирование технических требований и технических заданий на разработку энергетических установок АТС и их компонентов   |
| 48.      | Предварительная оценка технико-экономических показателей на проектируемые энергетические установки АТС и их компоненты  |
| 49.      | Лучшие практики разработки энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 50.      | Справочно-информационные материалы по выпускаемой продукции, применяемым технологиям и научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам ведущих фирм               |
| 51.      | Результаты испытаний энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 52.      | Системы управления инженерными данными  |
| 53.      | Формирование планов разработки конструкций, эксплуатационно- технической и конструкторской документации на энергетические установки АТС и их компоненты                     |
| 54.      | Планирование ресурсов для разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 55.      | Распределение и координация работ по разработке конструкций энергетических установок АТС и их компонентов   |
| 56.      | Корректировка планов разработки конструкции и конструкторской документации на энергетические установки АТС и их компоненты  |
| 57.      | Методики проведения расчетов систем энергетических установок АТС и их компонентов   |
| 58.      | Принципы работы и условия эксплуатации проектируемых конструкций энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 59.      | Требования нормативной технической документации, технических регламентов, национальных и международных стандартов в отношении энергетических установок АТС и их компонентов |
| 60.      | Инструменты системы менеджмента качества  |

| №<br>п/п | Вопросы к зачету (устно)  |
|----------|---|
| 61.      | Методика структурирования функции качества  |
| 62.      | Концепция жизненного цикла продукта   |
| 63.      | Процессный подход к управлению организацией   |
| 64.      | Инженерные данные с учетом технических требований   |
| 65.      | Методики для расчетов систем энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 66.      | Влияние ключевых факторов на выходные характеристики энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 67.      | Прочностные свойства материалов и прочностные свойства компонентов энергетических установок АТС, связанных с особенностями конструкций                                      |
| 68.      | Лучшие практики разработки энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 69.      | Декомпозиция задач на разработку конструкции энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 70.      | Координация действий исполнителей разработки конструкции энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 71.      | Мониторинг и контроль выполнения планов разработки конструкций, эксплуатационно-технической и конструкторской документации на энергетические установки АТС и их компоненты  |
| 72.      | Корректировка планов разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов   |
| 73.      | Подготовка предложений по унификации и применению оригинальных или серийных энергетических установок АТС и их компонентов   |
| 74.      | Анализ результатов выполненных расчетов систем энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 75.      | Процедура получения патентов  |
| 76.      | Основы патентования   |
| 77.      | Конструкции энергетических установок АТС и их компонентов на патентную чистоту  |
| 78.      | Патентный мониторинг  |
| 79.      | Анализ соответствия разрабатываемых энергетических установок АТС и их компонентов требованиям патентной чистоты   |
| 80.      | Формирование предложений по проведению патентных исследований энергетических установок АТС и их компонентов   |
| 81.      | Формирование заявок на патентование объекта интеллектуальной собственности  |
| 82.      | Особенности технологий опытного и серийного производства организации  |
| 83.      | Методики анализа видов и последствий потенциальных отказов  |
| 84.      | База данных отклонений параметров, влияющих на показатели эксплуатационной надежности выпускаемой продукции   |
| 85.      | Характеристики технологического оборудования  |
| 86.      | Условия эксплуатации проектируемых конструкций энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 87.      | Особенности влияния изменений конструкции на технические параметры изделия  |
| 88.      | Технические характеристики оборудования для испытаний энергетических установок АТС и их компонентов   |
| 89.      | Методика проведения измерений и испытаний   |
| 90.      | Требования нормативной технической документации, технических регламентов, национальных и международных стандартов в отношении энергетических установок АТС и их компонентов |
| 91.      | Отклонения от конструкторской документации, технических требований и формировать рекомендации по их устранению  |
| 92.      | Технологические предложения и обосновывать выбор технологии опытного и  |



| №<br>п/п | Вопросы к зачету (устно)  |
|----------|---|
|          | серийного производства  |
| 93.      | Влияние технологических особенностей изготовления на технические характеристики компонентов энергетических установок АТС  |
| 94.      | Мониторинг показателей эксплуатационной надежности энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 95.      | Результаты исследований и испытаний энергетических установок АТС и их компонентов   |
| 96.      | Техническое задание для анализа видов и последствий потенциальных отказов   |
| 97.      | Анализ технологии изготовления и сборки энергетических установок АТС и их компонентов в опытном и серийном производстве и характеристик технологического оборудования                 |
| 98.      | Анализ результатов испытаний энергетических установок АТС и их компонентов  |
| 99.      | Разработка предложений по корректировке конструкторской документации и мероприятий по устранению замечаний, выявленных при эксплуатации энергетических установок АТС и их компонентов |
| 100.     | Разработка мероприятий по устранению замечаний по результатам испытаний энергетических установок АТС и их компонентов   |
| 101.     | Разработка требований для поставщиков с учетом данных результатов испытаний энергетических установок АТС и их компонентов   |
| 102.     | Разработка мероприятий по выявлению и устранению дефектов конструкций энергетических установок АТС и их компонентов   |
| 103.     | Разработка мероприятий по изменению конструкции энергетических установок АТС при изменении законодательных требований к конструкции энергетических установок АТС                      |
| 104.     | Контроль внедрения новой техники в производство   |

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки |  |
|---------|---|-------------------------|--|
| 2       | Зачет (устно)                             | «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

| №<br>п/п | Авторы, составители  | Заглавие (заголовок)  | Тип (учебник, учебное<br>пособие, учебно-<br>методическое пособие,<br>практикум, др.) | Год издания | Количество в<br>научной<br>библиотеке /<br>Наименование<br>ЭБС |
|----------|--|---|---|-------------|--|
| 1        | Н. Д. Чайнов, Н. А. Иващенко, А. Н. Краснокутский, Л. Л. Мягков ; под ред. Н. Д. Чайнова | Конструирование двигателей<br>внутреннего сгорания                            | Учебник   | 2023        | ЭБС «Лань»   |
| 2        | А. В. Костенко, А. В. Петров, Е. А. Степанова [и др.].                                   | Автомобиль. Устройство.<br>Автомобильные двигатели                            | Учебное пособие   | 2023        | ЭБС «Лань»   |
| 3        | Петров, А. И.  | Техническая термодинамика и<br>теплопередача                                  | Учебник   | 2023        | ЭБС «Лань»   |
| 4        | К. В. Костин, А. Н. Галкин, С. Л. Брикса [и др.].  | Конструкция военных колесных машин :<br>Автомобили Урал-4320-10, Урал-4320-31 | Учебное пособие   | 2023        | ЭБС<br>"ZNANIUM.CO<br>M"                                       |
| 5        | Баширов Р. М.  | Автотракторные двигатели: конструкция,<br>основы теории и расчета             | Учебник   | 2022        | ЭБС "Лань"   |
| 6        | М. П. Вальехо, Н. Д. Чайнов  | Расчет кинематики и динамики рядных<br>поршневых двигателей                   | Учебное пособие   | 2022        | ЭБС<br>"ZNANIUM.CO<br>M"                                       |
| 7        | Суркин, В. И.  | Основы теории и расчёта автотракторных<br>двигателей: курс лекций             | Учебное пособие   | 2022        | ЭБС "Лань"   |
| 8        | Крюков К. С.   | Теория и конструкция силовых установок  | Учебное пособие   | 2021        | ЭБС<br>"ZNANIUM.CO<br>M"                                       |
| 9        | В. С. Курасов, В. В. Драгуленко  | Теория двигателей внутреннего сгорания  | Учебное пособие   | 2021        | ЭБС<br>"ZNANIUM.CO   |

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Авторы, составители</b> | <b>Заглавие (заголовок)</b>                                   | <b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)</b> | <b>Год издания</b> | <b>Количество в научной библиотеке /<br/>Наименование ЭБС</b> |
|------------------|----------------------------|---|--|--------------------|---|
|                  |                            |   |  |                    | М"  |
| 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"  |
| 13               | Гоц А. Н.                  | Динамика двигателей: курсовое проектирование                  | Учебное пособие  | 2021               | ЭБС "ZNANIUM.COM"   |

## 8.2. Дополнительная литература

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Авторы, составители</b> | <b>Заглавие (заголовок)</b>                                       | <b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)</b> | <b>Год издания</b> | <b>Количество в научной библиотеке /<br/>Наименование ЭБС</b> |
|------------------|----------------------------|---|--|--------------------|---|
| 1                | Суркин В. И.               | Основы теории и расчета автотракторных двигателей                 | учебное пособие  | 2020               | 5   |
| 2                | Наумов С. А.               | Методика выполнения теплового и динамического расчетов двигателей | учебное пособие  | 2015               | ЭБС "IPRbooks"  |
| 3                | Косова Е. Н. [и др.]       | Компьютерные технологии в научных исследованиях                   | учебное пособие  | 2015               | ЭБС "IPRbooks"  |
| 4                | Баландина Н. В.            | Основы экспериментальных исследований                             | учебное пособие  | 2015               | ЭБС "IPRbooks"  |

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Авторы, составители</b>     | <b>Заглавие (заголовок)</b>   | <b>Тип (учебник, учебное<br/>пособие, учебно-<br/>методическое пособие,<br/>практикум, др.)</b> | <b>Год издания</b> | <b>Количество в<br/>научной<br/>библиотеке /<br/>Наименование<br/>ЭБС</b> |
|------------------|--------------------------------|---|---|--------------------|---|
| 5                | Федоров Ю. Н.                  | Справочник инженера по АСУТП:<br>проектирование и разработка                  | Учебно-практическое<br>пособие  | 2018               | 2   |
| 6                | Малкин В. С., Бугаков Ю.<br>С. | Основы эксплуатации и ремонта<br>автомобилей                                  | Учебное пособие   | 2007               | 220   |
| 7                | Малкин В. С.                   | Техническая эксплуатация автомобилей:<br>теоретические и практические аспекты | Учебное пособие   | 2007               | 153   |
| 8                | Малкин В. С.                   | Надежность технических систем и<br>техногенный риск                           | Учебное пособие   | 2010               | 112   |

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

### 8.4. Перечень программного обеспечения

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

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

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

| №<br>п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)  | Перечень основного оборудования  |
|----------|--|--|
|          |  | наглядное пособие "Коленчатые валы",<br>наглядное пособие "Поршни" стеллажи<br>с узлами и агрегатами ДВС   |
| 2        | Б-209. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.   | Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, кафедра, доска аудиторная (меловая), экран.   |
| 3        | Б-212. Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. | столы ученические, доска аудиторная, стол преподавательский, стулья ученические, сканер, шкаф книжный, ПК, доска аудиторная (меловая)  |
| 4        | Б-214. Лаборатория "Газовая динамика"  | стеллаж с наглядными пособиями, стеллаж с лабораторными пособиями, вакуумный привод, столы ученические двухместные (моноблоки), доска аудиторная, турбокомпрессор, вакуумная заслонка, вакуумметр, наглядные пособия, стол преподавательский, стул преподавательский.  |
| 5        | Б-104. Учебно-моторный бокс  | Столы 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 |

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