

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

**Б1.В.ДВ.01.02**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория надежности в энергетическом машиностроении**

(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: 3 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	Итого
Форма контроля	зачёт	
Вид занятий		
Лекции	8	8
Лабораторные	0	0
Практические	32	32
Руководство: курсовые работы (проекты)	0	0
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	40,25	40,25
Самостоятельная работа	67,75	67,75
Контроль	0	0
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</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 – формирование системы научных знаний и профессиональных навыков по проблемам надежности и техническому обслуживанию объектов энергетического машиностроения.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Проектирование объектов энергетического машиностроения; Современные проблемы науки и производства в энергетическом машиностроении; Производственная практика (научно-исследовательская работа) 1; Производственная практика (научно-исследовательская работа) 2.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Системы и устройства управления энергетическими машинами и установками; 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-3 Способен проводить управление деятельностью по разработке конструкций энергетических установок АТС и их компонентов в организации	ПК-3.3 Разработка системных рекомендаций по улучшению конструкторско-технологической документации;	Знать: <ul style="list-style-type: none"><li>– Методика анализа и синтеза структурно-сложных систем</li><li>– Методика проведения функционально-стоимостного анализа</li></ul>
		Уметь: <ul style="list-style-type: none"><li>– Технически обосновывать разработанные рекомендации по улучшению конструкторско-технологической документации</li><li>– Производить функционально-стоимостной анализ вариантов решения по улучшению конструкторско-технологической документации</li></ul>
		Владеть: <ul style="list-style-type: none"><li>– Выявление системных причин несоответствия энергетических установок АТС и их компонентов требованиям нормативной технической документации, национальных и международных стандартов</li><li>– Постановка задач на новые разработки с целью уточнения причин несоответствия энергетических установок АТС и</li></ul>

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
		их компонентов требованиям нормативной технической документации, национальных и международных стандартов – Разработка предложений по совершенствованию конструкции и технологии изготовления энергетических установок АТС и их компонентов – Получение обратной связи о внедрении рекомендаций в конструкторско- технологическую документацию

#### 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	Состояния объектов, переходы в различные состояния, надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем. Показатели долговечности, сохраняемости, ремонтпригодности. Сбор информации и оценка надежности. Систематизация информации о надежности. Статистическая оценка параметров надежности. Математические модели надежности функционирования элементов и систем.	3	2	–	–	Вопросы к зачету
	Пр	Переходы объекта в различные состояния, надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем.	3	4	–	–	Практическая работа №1
	Пр	Показатели долговечности, сохраняемости, ремонтпригодности. Методы контроля качества, графическое представление данных	3	4	–	–	Практическая работа №2
	Лек	Структура жизненного цикла технической системы. Стандарты надежности и качества. Методы контроля качества. Статистические методы контроля качества: Расслоение данных, графическое представление данных, диаграмма Парето, причинно-следственная диаграмма, диаграмма разброса, контрольный листок, контрольная карта.	3	2	–	–	Вопросы к зачету

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	Отказы, связанные с параметрами прочности, изнашивания, триботехнических разрушений. Решение задач построения механизма отказа, необходимость и достаточность прямых и косвенных аргументов	3	4	—	—	Практическая работа №3
	Пр	Стандартизация, содержание и принципы построения системы технического обслуживания и ремонта, функционирование объектов энергетического машиностроения в экстремальных условиях.	3	4	—	—	Практическая работа №4
	Лек	Физико-химические процессы в элементах объектов. Отказы, связанные с параметрами прочности, изнашивания, триботехнических разрушений. Методы определения износов.	3	2	—	—	Вопросы к зачету
	Пр	Требования качества в структуре жизненного цикла объекта энергетического машиностроения	3	4	—	—	Практическая работа №5
	Пр	Идентификационные признаки взаимодействующих элементов и их реагирование.	3	4	—	—	Практическая работа №6
	Лек	Взаимосвязи показателей эксплуатационной технологичности и ремонтпригодности с признаками и параметрами состояний элементов объектов энергетического машиностроения при наступлении отказа. Главные признаки и главные параметры при физико-химических	3	2	—	—	Вопросы к зачету

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		воздействиях на элементы объектов. Взаимосвязь с функциональными требованиями к элементам объектов. Оценка доказательства и опровержения каждой версии и каждой контрверсии механизма формирования отказа.					
	Пр	Процессы, сопровождающие изменение параметров надежности объектов энергетического машиностроения.	3	4	–	–	Практическая работа №7
	Пр	Решение задач построения механизма отказа необходимость и достаточность прямых и косвенных аргументов.	3	4	–	–	Практическая работа №8
	СР	Подготовка практических работ	3	67,75	–	–	Вопросы к зачету Практическая работа №1-8
	ПА	Промежуточная аттестация	3	0,25	–	–	Вопросы к зачету
<b>Итого:</b>				<b>108</b>	–		

## **5. Образовательные технологии**

При изучении дисциплины «Теория надежности в энергетическом машиностроении» 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 «Теория надежности в энергетическом машиностроении» 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 (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ПК-3.3	Вопросы к зачету №1-60 Практическая работа №1-4

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

**7.2.1. Практическая работа №1 «Переходы объекта в различные состояния, надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем.».**

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

Вводная рекомендация. В качестве объекта исследования в рамках практической работы целесообразно выбрать элемент, который тесно увязан с предметом исследования в диссертационной работе.

Студент устанавливает основные понятия, термины и определения понятий в области надежности в соответствии с ГОСТ 27.002-2015, относящиеся к выбранному объекту исследования.

Для объекта вводятся основные понятия: надежность, безотказность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность. Описываются признаки состояния объекта: исправное состояние, неисправное состояние, работоспособное состояние, неработоспособное состояние, рабочее состояние, нерабочее состояние, предельное состояние, критерий продельного состояния, опасное состояние, предотказное состояние, критерий предотказного состояния.

Для объекта устанавливаются временные понятия: наработка, наработка до отказа, наработка между отказами, ресурс, остаточный ресурс, срок службы, срок сохраняемости, назначенный ресурс, назначенный срок службы, назначенный срок хранения.

#### **Процедура оценивания**

Студенту предлагается три вопроса из списка. Дается время на подготовку. Студент тезисно оформляет свой ответ. Проводится собеседование по содержанию отчетов к практическим работам и вопросам из списка. Зачет проходит в устной форме.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

**7.2.2. Практическая работа №2 «Показатели долговечности, сохраняемости, ремонтпригодности. Методы контроля качества, графическое представление данных».**

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

Вводная рекомендация. В качестве объекта исследования в рамках практической работы целесообразно выбрать элемент, который тесно увязан с предметом исследования в диссертационной работе.

Производятся описания отказов, дефектов, повреждений: критерий отказа, независимый отказ, зависимый отказ, причина отказа, последствия отказа, критичность отказа, ресурсный отказ, систематический отказ, сбой, скрытый отказ, конструктивный отказ, производственный отказ, эксплуатационный отказ, деградационный отказ, механизм отказа, отказы по общей причине, отказы общего вида.

Разрабатываются рекомендации по техническому обслуживанию, восстановлению и ремонту: система технического обслуживания и ремонта как понятие, техническое обслуживание, обслуживаемый объект, необслуживаемый объект, восстановление, самовосстановление, восстанавливаемый объект, невосстанавливаемый объект, ремонт, ремонтпригодный объект, неремонтпригодный объект, мониторинг технического состояния, замена, запасная часть, система ЗИП.

### **Процедура оценивания**

Студенту предлагается три вопроса из списка. Дается время на подготовку. Студент тезисно оформляет свой ответ. Проводится собеседование по содержанию отчетов к практическим работам и вопросам из списка. Зачет проходит в устной форме.

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

**7.2.3. Практическая работа №3 «Отказы, связанные с параметрами прочности, изнашивания, триботехнических разрушений. Решение задач построения механизма отказа, необходимость и достаточность прямых и косвенных аргументов».**

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

Для выбранного объекта выделить и применить главные признаки и главные параметры при физико-химических воздействиях на конструктивные элементы объекта.

Оценить применимость к объекту единичного показателя надежности, комплексного показателя надежности. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, гамма-процентная наработка до отказа, средняя наработка между отказами, гамма-процентная наработка между отказами, интенсивность отказов, параметр потока отказов; вероятность восстановления, среднее время восстановления, гамма-процентное время восстановления, коэффициент готовности, коэффициент сохранения эффективности.

Идентификационные признаки деградации взаимодействующих элементов и их развитие. Решение задач построения механизма отказа, необходимость и достаточность прямых и косвенных аргументов. Оценка доказательства и опровержения каждой версии и каждой контрверсии механизма формирования отказа.

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и

предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

**7.2.4. Практическая работа №4 «Стандартизация, содержание и принципы построения системы технического обслуживания и ремонта, функционирование объектов энергетического машиностроения в экстремальных условиях».**

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

К объекту исследования оценить применимость и разработать показатели: нормирование надежности, нормирование показателя надежности, распределение требований, построение структурной схемы надежности и программы обеспечения надежности, произвести оценку надежности, прогнозирование и контроль надежности; разработать модель надежности, произвести анализ существующих и потенциально возможных отказов; оценить применимость к объекту расчетного, расчетно-экспериментального, экспериментального метода определения надежности.

Полезное определение: надежность – это свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Примечания. 1 Слова «во времени» означают естественный ход времени, в течение которого имеет место применение. техническое обслуживание, хранение и транспортирование объекта, а не какой-либо конкретный интервал времени. 2 Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность или определенные сочетания этих свойств. 3 Требуемые функции и критерии их выполнения устанавливают в нормативной, конструкторской, проектной, контрактной или иной документации на объект. 4 Критерии выполнения требуемых функций могут быть установлены, например, заданием для каждой функции набора параметров, характеризующих способность ее выполнения, и допустимых пределов изменения значений этих параметров. В этом случае надежность можно определить, как свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Аналогичным образом в этом случае могут быть определены и термины 3.1.6. 3.1.7, 3.1.9—3.1.11. ГОСТ 27.002-2015.

Составить планы испытания: определительный, контрольный, лабораторный, эксплуатационный, нормальный, ускоренный, ввести понятие и оценить коэффициент ускорения испытаний на надежность.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в

выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

#### **7.2.5. Практическая работа №5 «Требования качества в структуре жизненного цикла объекта энергетического машиностроения».**

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

Для выбранного объекта выделить и применить главные признаки и главные параметры при физико-химических воздействиях на конструктивные элементы объекта.

Оценить применимость к объекту единичного показателя надежности, комплексного показателя надежности. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, гамма-процентная наработка до отказа, средняя наработка между отказами, гамма-процентная наработка между отказами, интенсивность отказов, параметр потока отказов; вероятность восстановления, среднее время восстановления, гамма-процентное время восстановления, коэффициент готовности, коэффициент сохранения эффективности.

Идентификационные признаки деградации взаимодействующих элементов и их развитие. Решение задач построения механизма отказа, необходимость и достаточность прямых и косвенных аргументов. Оценка доказательства и опровержения каждой версии и каждой контрверсии механизма формирования отказа.

К объекту исследования оценить применимость и разработать показатели: нормирование надежности, нормирование показателя надежности, распределение требований, построение структурной схемы надежности и программы обеспечения надежности, произвести оценку надежности, прогнозирование и контроль надежности; разработать модель надежности, произвести анализ существующих и потенциально возможных отказов; оценить применимость к объекту расчетного, расчетно-экспериментального, экспериментального метода определения надежности.

Полезное определение: надежность – это свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Примечания. 1 Слова «во времени» означают естественный ход времени, в течение которого имеет место применение. техническое обслуживание, хранение и транспортирование объекта, а не какой-либо конкретный интервал времени. 2 Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность или определенные сочетания этих свойств. 3 Требуемые функции и критерии их выполнения устанавливают в нормативной, конструкторской, проектной, контрактной или иной документации на объект. 4 Критерии выполнения требуемых функций могут быть установлены, например, заданием для каждой функции набора параметров, характеризующих способность ее выполнения, и допустимых пределов изменения значений этих параметров. В этом случае надежность можно определить, как свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Аналогичным образом в этом случае могут быть определены и термины 3.1.6. 3.1.7, 3.1.9—3.1.11. ГОСТ 27.002-2015.

Составить планы испытания: определительный, контрольный, лабораторный, эксплуатационный, нормальный, ускоренный, ввести понятие и оценить коэффициент ускорения испытаний на надежность.

##### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

#### **7.2.6. Практическая работа №6 «Индификационные признаки взаимодействующих элементов и их реагирование».**

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

Для выбранного объекта выделить и применить главные признаки и главные параметры при физико-химических воздействиях на конструктивные элементы объекта.

Оценить применимость к объекту единичного показателя надежности, комплексного показателя надежности. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, гамма-процентная наработка до отказа, средняя наработка между отказами, гамма-процентная наработка между отказами, интенсивность отказов, параметр потока отказов; вероятность восстановления, среднее время восстановления, гамма-процентное время восстановления, коэффициент готовности, коэффициент сохранения эффективности.

Идентификационные признаки деградации взаимодействующих элементов и их развитие. Решение задач построения механизма отказа, необходимость и достаточность прямых и косвенных аргументов. Оценка доказательства и опровержения каждой версии и каждой контрверсии механизма формирования отказа.

К объекту исследования оценить применимость и разработать показатели: нормирование надежности, нормирование показателя надежности, распределение требований, построение структурной схемы надежности и программы обеспечения надежности, произвести оценку надежности, прогнозирование и контроль надежности; разработать модель надежности, произвести анализ существующих и потенциально возможных отказов; оценить применимость к объекту расчетного, расчетно-экспериментального, экспериментального метода определения надежности.

Полезное определение: надежность – это свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Примечания. 1 Слова «во времени» означают естественный ход времени, в течение которого имеет место применение. технического обслуживание, хранение и транспортирование объекта, а не какой-либо конкретный интервал времени. 2 Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность или определенные сочетания этих свойств. 3 Требуемые функции и критерии их выполнения устанавливаются в нормативной, конструкторской, проектной, контрактной или иной документации на объект. 4 Критерии выполнения требуемых функций могут быть установлены, например, заданием для каждой функции набора параметров, характеризующих способность ее выполнения, и допустимых пределов изменения значений этих параметров. В этом случае надежность можно определить, как свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров,

характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Аналогичным образом в этом случае могут быть определены и термины 3.1.6. 3.1.7, 3.1.9—3.1.11. ГОСТ 27.002-2015.

Составить планы испытания: определительный, контрольный, лабораторный, эксплуатационный, нормальный, ускоренный, ввести понятие и оценить коэффициент ускорения испытаний на надежность.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

### **7.2.7. Практическая работа №7 «Процессы, сопровождающие изменение параметров надежности объектов энергетического машиностроения.»**

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

Для выбранного объекта выделить и применить главные признаки и главные параметры при физико-химических воздействиях на конструктивные элементы объекта.

Оценить применимость к объекту единичного показателя надежности, комплексного показателя надежности. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, гамма-процентная наработка до отказа, средняя наработка между отказами, гамма-процентная наработка между отказами, интенсивность отказов, параметр потока отказов; вероятность восстановления, среднее время восстановления, гамма-процентное время восстановления, коэффициент готовности, коэффициент сохранения эффективности.

Идентификационные признаки деградации взаимодействующих элементов и их развитие. Решение задач построения механизма отказа, необходимость и достаточность прямых и косвенных аргументов. Оценка доказательства и опровержения каждой версии и каждой контрверсии механизма формирования отказа.

К объекту исследования оценить применимость и разработать показатели: нормирование надежности, нормирование показателя надежности, распределение требований, построение структурной схемы надежности и программы обеспечения надежности, произвести оценку надежности, прогнозирование и контроль надежности; разработать модель надежности, произвести анализ существующих и потенциально возможных отказов; оценить применимость к объекту расчетного, расчетно-экспериментального, экспериментального метода определения надежности.

Полезное определение: надежность – это свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Примечания. 1 Слова «во времени» означают естественный ход времени, в течение которого имеет место применение. техническое обслуживание, хранение и транспортирование объекта, а не какой-либо конкретный интервал времени. 2 Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость,

готовность или определенные сочетания этих свойств. 3 Требуемые функции и критерии их выполнения устанавливают в нормативной, конструкторской, проектной, контрактной или иной документации на объект. 4 Критерии выполнения требуемых функций могут быть установлены, например, заданием для каждой функции набора параметров, характеризующих способность ее выполнения, и допустимых пределов изменения значений этих параметров. В этом случае надежность можно определить, как свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Аналогичным образом в этом случае могут быть определены и термины 3.1.6. 3.1.7, 3.1.9—3.1.11. ГОСТ 27.002-2015.

Составить планы испытания: определительный, контрольный, лабораторный, эксплуатационный, нормальный, ускоренный, ввести понятие и оценить коэффициент ускорения испытаний на надежность.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

**7.2.7. Практическая работа №8 «Решение задач построения механизма отказа необходимость и достаточность прямых и косвенных аргументов».**

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

Для выбранного объекта выделить и применить главные признаки и главные параметры при физико-химических воздействиях на конструктивные элементы объекта.

Оценить применимость к объекту единичного показателя надежности, комплексного показателя надежности. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, гамма-процентная наработка до отказа, средняя наработка между отказами, гамма-процентная наработка между отказами, интенсивность отказов, параметр потока отказов; вероятность восстановления, среднее время восстановления, гамма-процентное время восстановления, коэффициент готовности, коэффициент сохранения эффективности.

Идентификационные признаки деградации взаимодействующих элементов и их развитие. Решение задач построения механизма отказа, необходимость и достаточность прямых и косвенных аргументов. Оценка доказательства и опровержения каждой версии и каждой контрверсии механизма формирования отказа.

К объекту исследования оценить применимость и разработать показатели: нормирование надежности, нормирование показателя надежности, распределение требований, построение структурной схемы надежности и программы обеспечения надежности, произвести оценку надежности, прогнозирование и контроль надежности; разработать модель надежности, произвести анализ существующих и потенциально возможных отказов; оценить применимость к объекту расчетного, расчетно-экспериментального, экспериментального метода определения надежности.

Полезное определение: надежность – это свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Примечания. 1 Слова «во времени» означают естественный ход времени, в течение которого имеет место применение. техническое обслуживание, хранение и транспортирование объекта, а не какой-либо конкретный интервал времени. 2 Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность или определенные сочетания этих свойств. 3 Требуемые функции и критерии их выполнения устанавливают в нормативной, конструкторской, проектной, контрактной или иной документации на объект. 4 Критерии выполнения требуемых функций могут быть установлены, например, заданием для каждой функции набора параметров, характеризующих способность ее выполнения, и допустимых пределов изменения значений этих параметров. В этом случае надежность можно определить, как свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Аналогичным образом в этом случае могут быть определены и термины 3.1.6. 3.1.7, 3.1.9—3.1.11. ГОСТ 27.002-2015.

Составить планы испытания: определительный, контрольный, лабораторный, эксплуатационный, нормальный, ускоренный, ввести понятие и оценить коэффициент ускорения испытаний на надежность.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине



### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр \_\_\_\_ 3 \_\_\_\_

№ п/п	Вопросы к зачету (устно)
1.	Понятия «Надежность», «Качество», изменение качества, проблема надежности.
2.	Надежность и общечеловеческие проблемы.
3.	Термины и определения в области надежности.
4.	Восстанавливаемая и невосстанавливаемая системы.
5.	Резервирование в объектах.
6.	Основные состояния объекта.
7.	Признаки и виды отказа объекта.
8.	Технический ресурс, срок службы.
9.	Показатели ремонтпригодности.
10.	Методы сбора информации в процессе эксплуатации объекта.
11.	Законы распределения времени до отказа в теории надежности.
12.	Структура сложных систем с позиции надежности.
13.	Резервирование элементов сложных систем.
14.	Восстанавливаемость элемента, время безотказной работы и время восстановления.
15.	Матрица состояний элемента сложной системы в процессе создания математической модели надежности.
16.	Жизненный цикл объекта по стандарту «ИСО».
17.	Методы контроля качества.
18.	Причины отказа, виды повреждений.
19.	Процессы механического разрушения.
20.	Изнашивание элементов объекта.
21.	Разрушения элементов объекта.
22.	Производственные, эксплуатационные, форс-мажорные отказы.
23.	Физико-химические процессы при формировании отказов объекта.
24.	Стандартизация в области изнашивания.
25.	Стандартизация в системе технического обслуживания и ремонта объектов энергетического машиностроения.
26.	Эксплуатационная технологичность и ремонтпригодность объектов.
27.	Резервирование элементов сложных систем.
28.	Восстанавливаемость элемента, время безотказной работы и время восстановления.
29.	Матрица состояний элемента сложной системы в процессе создания математической модели надежности.
30.	Жизненный цикл объекта по стандарту «ИСО».
31.	Методы контроля качества.
32.	Причины отказа, виды повреждений.
33.	Процессы механического разрушения.
34.	Изнашивание элементов объекта.
35.	Разрушения элементов объекта.
36.	Производственные, эксплуатационные, форс-мажорные отказы.
37.	Физико-химические процессы при формировании отказов объекта.
38.	Стандартизация в области изнашивания.
39.	Стандартизация в системе технического обслуживания и ремонта объектов

№ п/п	Вопросы к зачету (устно)
	энергетического машиностроения.
40.	Эксплуатационная технологичность и ремонтпригодность объектов.
41.	Организация разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов
42.	Принципы работы и условия эксплуатации проектируемых конструкций энергетических установок АТС и их компонентов
43.	Методики проведения расчетов систем энергетических установок АТС и их компонентов
44.	Требования нормативной технической документации, технических регламентов, национальных и международных стандартов в отношении энергетических установок АТС и их компонентов
45.	Инструменты системы менеджмента качества
46.	Методика структурирования функции качества
47.	Концепция жизненного цикла продукта
48.	Систематизировать инженерные данные с учетом технических требований
49.	Определять методики для расчетов систем энергетических установок АТС и их компонентов
50.	Анализировать влияние ключевых факторов на выходные характеристики энергетических установок АТС и их компонентов
51.	Анализировать прочностные свойства материалов и прочностные свойства компонентов энергетических установок АТС, связанных с особенностями конструкций
52.	Анализировать лучшие практики разработки энергетических установок АТС и их компонентов
53.	Декомпозиция задач на разработку конструкции энергетических установок АТС и их компонентов
54.	Координация действий исполнителей разработки конструкции энергетических установок АТС и их компонентов
55.	Мониторинг и контроль выполнения планов разработки конструкций, эксплуатационно-технической и конструкторской документации на энергетических установок АТС и их компоненты
56.	Корректировка планов разработки конструкций энергетических установок АТС и их компонентов
57.	Подготовка предложений по унификации и применению оригинальных или серийных энергетических установок АТС и их компонентов
58.	Анализ результатов выполненных расчетов систем энергетических установок АТС и их компонентов
59.	Идентификационные признаки взаимодействующих элементов и их реагирование.
60.	Главные признаки и главные параметры при физико-химических воздействиях на элементы объектов. Взаимосвязь с функциональными требованиями к элементам объектов.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	зачет	«зачтено»	оценка «зачтено» выставляется студенту, если обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой;
		«не зачтено»	- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "не зачтено" ставится обучающимся, 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	Н. Д. Чайнов, Н. А. Иващенко, А. Н. Краснокутский, Л. Л. Мягков ; под ред. Н. Д. Чайнова	Конструирование двигателей внутреннего сгорания	Учебник	2023	ЭБС «Лань»
2	А. В. Костенко, А. В. Петров, Е. А. Степанова [и др.].	Автомобиль. Устройство. Автомобильные двигатели	Учебное пособие	2023	ЭБС «Лань»
3	Баширов Р. М.	Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета	Учебник	2022	ЭБС "Лань"
4	Крюков К. С.	Теория и конструкция силовых установок	Учебное пособие	2021	ЭБС "ZNANIUM.COM"
5	В. С. Курасов, В. В. Драгуленко	Теория двигателей внутреннего сгорания	Учебное пособие	2021	ЭБС "ZNANIUM.COM"
6	Суркин, В. И.	Основы теории и расчёта автотракторных двигателей	Учебное пособие	2022	ЭБС "Лань"
7	В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев	Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок	Учебник	2023	ЭБС "Лань"
8	К. П. Жуков, Ю. Е. Гуревич	Проектирование деталей и узлов машин	Учебник	2023	ЭБС "Лань"
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"

## 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 динамического расчетов двигателей	учебное пособие	2015	ЭБС "IPRbooks"
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"

### 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: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: 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,

№ 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", 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 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, частотометр электронносчетный 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

№ 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