

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Исследование и проектирование автоматизированных гидравлических и пневматических систем, машин и агрегатов

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	3 семестр - 125,2 часа;
в том числе на КП/КР	3 семестр - 15,7 часов;
Иная контактная работа	3 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсовой работы	3 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа; всего - 0,8 часа

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черкасских С.Н.
	Идентификатор	R30c6e4c7-CherkasskihSN-c32255

С.Н. Черкасских

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орахелашвили Б.М.
	Идентификатор	Rd5ae6c88-OrakelashvBM-6133e8

Б.М.
Орахелашвили

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков А.В.
	Идентификатор	R369593e9-VolkovAV-775a725f

А.В. Волков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в формировании знаний и умений в области обеспечения надежности и диагностики гидравлического оборудования и систем управления и методов их диагностики

Задачи дисциплины

- приобретение навыков обоснованного выбора показателей надежности современного гидравлического оборудования и систем управления;
- освоение методов расчета показателей надежности современного гидравлического оборудования и систем управления;
- формирование навыков в области применения современных методик определения технического состояния гидравлического оборудования и систем управления.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способность использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности	ИД-1 _{ПК-1} Использует теоретические и экспериментальные методы научных исследований	знать: - основные подходы к обеспечению надежности современного гидравлического оборудования и систем управления; - основные факторы, приводящие к отказам и критерии надежности.
ПК-2 Способен использовать современные достижения науки и передовые технологии при проведении научно-исследовательских работ	ИД-1 _{ПК-2} Применяет современные достижения науки и передовые технологии (методы математического анализа и моделирования, кластерного и функционально-стоимостного анализа, теории рисков) на основе прикладных пакетов решения поисковых и оптимизационных задач при проведении научно-исследовательских работ	уметь: - применять современные методы определения технического состояния гидравлического оборудования и систем управления.
ПК-3 Способность использовать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-1 _{ПК-3} Использует теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности повышенной эффективности	уметь: - рассчитывать показатели надежности современного гидравлического оборудования и систем управления на различных этапах реализации проектов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Исследование и проектирование автоматизированных гидравлических и пневматических систем, машин и агрегатов (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать элементную базу современных гидросистем
- уметь выполнять основные статистические расчеты

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Основные понятия теории надежности	6	3	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основные понятия теории надежности"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основные понятия теории надежности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия теории надежности"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл.1 [2], гл.1 [5], р.1</p>	
1.1	Основные понятия теории надежности	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
2	Качественные и количественные характеристики надежности	14		2	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Качественные и количественные характеристики надежности"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Качественные и количественные характеристики надежности и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи</p>
2.1	Качественные и количественные характеристики надежности	14		2	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	

														по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Качественные и количественные характеристики надежности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Качественные и количественные характеристики надежности" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл.2 [2], гл.1
3	Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления	18	2	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления" подготовка к выполнению заданий на
3.1	Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления	18	2	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	Изучение материалов по разделу Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления" подготовка к выполнению заданий на

													<p>практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], гл.6 [2], гл.3,5 [3], с.5-31</p>
4	Организация работ по обеспечению заданного уровня надежности	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Организация работ по обеспечению заданного уровня надежности"</p>
4.1	Организация работ по обеспечению заданного уровня надежности	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Организация работ по обеспечению заданного уровня надежности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Организация работ по обеспечению заданного уровня надежности"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], гл.9 [2], гл.6-8</p>
5	Эксплуатация гидравлического	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу</p>

														<p>выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Проведение эксперимента:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Техническая диагностика гидрооборудования"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[2], гл.9 [5], p.2</p>
7	Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления	18	2	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления"</p>
7.1	Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления	18	2	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Проведение эксперимента:</u> Работа</p>

														выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], с.3-15
8	Применение современных методов диагностики для оценки состояния гидрооборудования	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Применение современных методов диагностики для оценки состояния гидрооборудования"	
8.1	Применение современных методов диагностики для оценки состояния гидрооборудования	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Применение современных методов диагностики для оценки состояния гидрооборудования и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Применение современных методов диагностики для оценки состояния гидрооборудования" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Проведение эксперимента:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Применение современных методов диагностики для оценки состояния	

													гидрооборудования"
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	Всего за семестр	180.0	16	-	16	16	2	4	-	0.8	91.7	33.5	
	Итого за семестр	180.0	16	-	16	18		4		0.8	125.2		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные понятия теории надежности

1.1. Основные понятия теории надежности

Состояния гидрооборудования: работоспособное и неработоспособное, исправное и неисправное. Восстанавливаемое и невосстанавливаемое гидрооборудование. Классификация отказов. Факторы, определяющие надежность гидравлического оборудования: климатические, гидравлические, механические. Использование факторного анализа для анализа влияния факторов.

2. Качественные и количественные характеристики надежности

2.1. Качественные и количественные характеристики надежности

Показатели надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Связь надежности с другими показателями качества. Определение показателей надежности.

3. Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления

3.1. Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления

Источники информации о надежности гидравлического оборудования. Испытания гидравлического оборудования на надежность. Статистический аппарат оценки надежности гидравлического оборудования. Механизмы и модели отказов. Расчет показателей надежности методами структурных схем, логических схем, матричным методом. Условие существования проекта по надежности.

4. Организация работ по обеспечению заданного уровня надежности

4.1. Организация работ по обеспечению заданного уровня надежности

Организация работ по обеспечению заданной надежности на различных этапах жизненного цикла гидравлического оборудования: разработка, производство, эксплуатация. Резервирование гидравлического оборудования. Методы резервирования. Эффективность различных методов резервирования. Многоканальные гидравлические приводы.

5. Эксплуатация гидравлического оборудования и систем управления

5.1. Эксплуатация гидравлического оборудования и систем управления

Основные сведения об эксплуатации гидравлического оборудования и систем управления. Техническое обслуживание (ТО) гидравлического оборудования. Виды ТО. Понятие эксплуатационной технологичности. Определение показателей ремонтпригодности. Планирование ремонтов, запасных частей.

6. Техническая диагностика гидрооборудования

6.1. Техническая диагностика гидрооборудования

Области применения диагностических систем и их классификация. Понятие дефектов, симптомов, диагностических параметров. Функциональная структура диагностических систем. Требования, предъявляемые к диагностическим параметрам: измеряемость, информативность, чувствительность и разделительная способность. Статистические методы оценки информативности параметров.

7. Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления

7.1. Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления

Выбор диагностических параметров при известной статистике проявления дефектов методом Байеса. Метод последовательного анализа. Методы статистических решений. Дискриминантный анализ.

8. Применение современных методов диагностики для оценки состояния гидрооборудования

8.1. Применение современных методов диагностики для оценки состояния гидрооборудования

Диагностика гидравлических машин по объемному коэффициенту полезного действия. Термодинамические методы диагностики. Виброакустические методы диагностики. Диагностика рабочей жидкости. Диагностика гидросистем по состоянию рабочей жидкости.

3.3. Темы практических занятий

1. Диагностирование с использованием методов дискриминантного анализа (2 часа);
2. Статистические методы диагностирования. Диагностирование методом Байеса по комплексу признаков (2 часа);
3. Диагностические параметры. Использование теории информации для оценки диагностических параметров (2 часа);
4. Анализ схем резервирования гидравлического оборудования. Расчет показателей надежности для резервируемого гидравлического оборудования (2 часа);
5. Расчет надежности гидравлического оборудования и систем управления методом структурных схем надежности, методом логических схем (2 часа);
6. Расчет надежности гидравлических систем на начальных этапах проектирования (2 часа);
7. Определение показателей надежности (2 часа);
8. Оценка надежности гидромашин, гидро- и пневмоприводов с использованием теории вероятности и статистики (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Основные понятия теории надежности"
2. Консультации проводятся по разделу "Качественные и количественные характеристики надежности"
3. Консультации проводятся по разделу "Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления"
4. Консультации проводятся по разделу "Организация работ по обеспечению заданного уровня надежности"
5. Консультации проводятся по разделу "Эксплуатация гидравлического оборудования и систем управления"

6. Консультации проводятся по разделу "Техническая диагностика гидрооборудования"
7. Консультации проводятся по разделу "Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления"
8. Консультации проводятся по разделу "Применение современных методов диагностики для оценки состояния гидрооборудования"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 3 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Оценка надежности и диагностика состояния гидравлического оборудования и систем управления

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2	3, 4	6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	25	25	30	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	45	70	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Ознакомление с заданием на работу, с методическими указаниями, алгоритмом проектирования и исходными данными курсового проекта
2	Оценка показателей надежности гидрооборудования с использованием теории вероятности и статистики
3	Анализ влияния различных факторов на надежность гидрооборудования
4	Использование методов описательной статистики при анализе надежности гидрооборудования
5	Использование регрессионного анализа при диагностировании гидрооборудования
6	Диагностирование гидросистем методом Байеса
7	Использование последовательного анализа при диагностировании гидрооборудования

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Знать:											
основные факторы, приводящие к отказам и критерии надежности	ИД-1 _{ПК-1}	+	+								Тестирование/Критерии надежности
основные подходы к обеспечению надежности современного гидравлического оборудования и систем управления	ИД-1 _{ПК-1}				+	+					Тестирование/Обеспечение надежности гидрооборудования и систем управления
Уметь:											
применять современные методы определения технического состояния гидравлического оборудования и систем управления	ИД-1 _{ПК-2}							+	+	+	Тестирование/Техническая диагностика гидрооборудования и систем управления
рассчитывать показатели надежности современного гидравлического оборудования и систем управления на различных этапах реализации проектов	ИД-1 _{ПК-3}		+	+							Контрольная работа/Методы расчета надежности гидрооборудования и систем управления

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Критерии надежности (Тестирование)
2. Методы расчета надежности гидрооборудования и систем управления (Контрольная работа)
3. Обеспечение надежности гидрооборудования и систем управления (Тестирование)
4. Техническая диагностика гидрооборудования и систем управления (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

Курсовая работа (КР) (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Шишмарев, В. Ю. Надежность технических систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев . – М. : АКАДЕМИЯ, 2010 . – 304 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-6251-8 .;
2. Сырицын, Т. А. Эксплуатация и надежность гидро- и пневмоприводов : Учебник для вузов по специальности "Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика" / Т. А. Сырицын . – Л. : Машиностроение, 1990 . – 248 с.;
3. Черкасских, С. Н. Расчет показателей надежности гидравлического оборудования на компьютере : учебное пособие по курсу "Надежность и диагностика гидравлического оборудования и систем управления" по направлению "Энергетическое машиностроение" / С. Н. Черкасских, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 52 с. - ISBN 978-5-7046-2087-7 .
[http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10675;](http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10675)
4. Черкасских, С. Н. Статистические методы диагностирования гидравлического оборудования на компьютере : учебное пособие по курсу "Надежность и диагностика гидравлического оборудования и систем управления" по направлению 13.04.03 "Энергетическое машиностроение" / С. Н. Черкасских, Нац. исслед. ун-т "МЭИ"

(НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2020 . – 56 с. - ISBN 978-5-7046-2163-8 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10978>;

5. А. И. Павлов, А. А. Тарбеев, С. Л. Вдовин- "Надежность, диагностика и защита гидроприводов транспортно-технологических машин", Издательство: "Поволжский государственный технологический университет", Йошкар-Ола, 2017 - (376 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477394>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. Антиплагиат ВУЗ.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-102(а), Мультимедийный класс	парта со скамьей, стол преподавателя, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-102(б), Учебно-исследовательская лаборатория пневматики	стеллаж для хранения инвентаря, стол компьютерный, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, оборудование специализированное, техническая аппаратура, компьютер персональный, принтер, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

промежуточной аттестации	Г-102(а), Мультимедийный класс	парта со скамьей, стол преподавателя, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Помещения для самостоятельной работы	Г-205/2, Кабинет сотрудников каф. "ГГМ"	кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф, шкаф для документов, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, холодильник
Помещения для консультирования	Г-219/2, Преподавательская	кресло рабочее, стол преподавателя, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, многофункциональный центр, компьютер персональный, холодильник, кондиционер
	Г-208, Преподавательская	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-05, Мастерская каф. "ГГМ"	стеллаж для хранения инвентаря

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность и диагностика гидравлического оборудования и систем управления

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Критерии надежности (Тестирование)
- КМ-2 Методы расчета надежности гидрооборудования и систем управления (Контрольная работа)
- КМ-3 Обеспечение надежности гидрооборудования и систем управления (Тестирование)
- КМ-4 Техническая диагностика гидрооборудования и систем управления (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Основные понятия теории надежности					
1.1	Основные понятия теории надежности		+			
2	Качественные и количественные характеристики надежности					
2.1	Качественные и количественные характеристики надежности		+	+		
3	Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления					
3.1	Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления			+		
4	Организация работ по обеспечению заданного уровня надежности					
4.1	Организация работ по обеспечению заданного уровня надежности				+	
5	Эксплуатация гидравлического оборудования и систем управления					
5.1	Эксплуатация гидравлического оборудования и систем управления				+	
6	Техническая диагностика гидрооборудования					
6.1	Техническая диагностика гидрооборудования					+
7	Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления					
7.1	Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления					+

8	Применение современных методов диагностики для оценки состояния гидрооборудования				
8.1	Применение современных методов диагностики для оценки состояния гидрооборудования				+
Вес КМ, %:		20	25	25	30

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Надежность и диагностика гидравлического оборудования и систем управления

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Соблюдение графика выполнения КП
- КМ-2 Соблюдение графика выполнения КП
- КМ-3 Соблюдение графика выполнения КП
- КМ-4 Соблюдение графика выполнения КП и качество оформления КП

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Ознакомление с заданием на работу, с методическими указаниями, алгоритмом проектирования и исходными данными курсового проекта		+			+
2	Оценка показателей надежности гидрооборудования с использованием теории вероятности и статистики		+			+
3	Анализ влияния различных факторов на надежность гидрооборудования			+		+
4	Использование методов описательной статистики при анализе надежности гидрооборудования			+		+
5	Использование регрессионного анализа при диагностировании гидрооборудования					+
6	Диагностирование гидросистем методом Байеса				+	+
7	Использование последовательного анализа при диагностировании гидрооборудования					+
Вес КМ, %:			20	25	25	30