

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОБЪЕМНЫЕ ГИДРОМАШИНЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	5 семестр - 32 часа;
Практические занятия	5 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	5 семестр - 16 часов;
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 97,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Домашнее задание Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,50 часа;

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Феденков В.В.
	Идентификатор	R4bdc47a0-FedenkovVV-ba5186d

(подпись)

В.В. Феденков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Почернина Н.И.
	Идентификатор	R1d8f33d8-PocherninaNI-bbd4793

(подпись)

Н.И. Почернина

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

(подпись)

А.В. Волков

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение объемных гидромашин (ОГМ), их создание и использование в разных отраслях промышленности, в том числе в энергетическом машиностроении

Задачи дисциплины

- приобретение знаний о видах и классификации объемных гидромашин, их параметрах, областях их применения;
- изучение принципов действия, основ рабочих процессов и конструкций объемных гидромашин;
- освоение современных методик расчета и проектирования ОГМ, принятие и обоснование решений при создании новых конструкций;
- освоение методов проектирования ОГМ с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта;
- изучение методов испытаний ОГМ, оборудования испытательных стендов, приобретение практических навыков проведения испытаний.

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 Способен к конструкторской деятельности в сфере автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов	ИД-1ПК-1 Разрабатывает техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования	знать: - методики проектирования различных ОГМ. уметь: - разрабатывать новые конструкции ОГМ с лучшими характеристиками с использованием САПР.
ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов	ИД-2ПК-2 Проводит комплекс расчетов элементов объекта профессиональной деятельности	знать: - законы и принцип работы ОГМ; - конструкции ОГМ и их элементов. уметь: - использовать современные достижения науки и передовых технологий в области ОГМ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать механика жидкости и газа
- знать механика материалов и конструкций
- знать детали машин и основы конструирования

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	Общие понятия и определения ПКН	90.00	5	20.00	10.00	20.00	-	-	-	-	-	40.00	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Общие понятия и определения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 11-17 [3], 1-28 [4], 1-48 [5], 12-18</p>
1.1	Общие понятия и определения ПКН	18.00		4.00	2.00	4.00	-	-	-	-	-	8.00	-	
1.2	Клапаны ПКН и их расчет Объемные потери в ПКН	18.00		4.00	2.00	4.00	-	-	-	-	-	8.00	-	
1.3	Давление в рабочей камере ПКН	18.00		4.00	2.00	4.00	-	-	-	-	-	8.00	-	
1.4	Пневмогидроаккумуляторы и их расчет. Индикаторы и индикаторные диаграммы	18.00		4.00	2.00	4.00	-	-	-	-	-	8.00	-	
1.5	Баланс энергии и КПД ПКН. Конструкция ПКН	18.00		4.00	2.00	4.00	-	-	-	-	-	8.00	-	
2	Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)	18.00	5	4.00	2.00	4.00	-	-	-	-	-	8.00	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 30-35</p>
2.1	Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)	18.00		4.00	2.00	4.00	-	-	-	-	-	8.00	-	
3	Винтовые насосы (ВН)	18.00		4.00	2.00	4.00	-	-	-	-	-	8.00	-	

3.1	Винтовые насосы (ВН)	18.00	4.0 0	2.0 0	4.0 0	-	-	-	-	-	8.00	-	насосы (ВН)" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4	Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели	18.00	4.0 0	2.0 0	4.0 0	-	-	-	-	-	8.00	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели	18.00	4.0 0	2.0 0	4.0 0	-	-	-	-	-	8.00	-	насосы (ВН)" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
	Экзамен	36.00	-	-	-	-	2.00	-	-	0.50	-	33.50	
	Всего за семестр	180.00	32.0 0	16.0 0	32.00	-	2.00	-	-	0.50	64.00	33.50	
	Итого за семестр	180.00	32.0 0	16.0 0	32.00	2.00		-		0.50	97.50		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Общие понятия и определения ПКН

1.1. Общие понятия и определения ПКН

Схема и принцип действия поршневого кривошипного насоса (ПКН) и насосной установки. Основные параметры насоса и установки. Особенности, область применения, классификация и схемы ПКН. Законы движения поршня ПКН. Мгновенная подача, степень неравномерности подачи.

1.2. Клапаны ПКН и их расчет Объемные потери в ПКН

Назначение, виды и схемы клапанов. Расчет клапана, критерии безударной и бесшумной работы клапана. Работа реального клапана, действительная клапанная диаграмма. Соппротивление клапана, статическая проливка клапана.

1.3. Давление в рабочей камере ПКН

Давление при всасывании. Вакуумная характеристика. Давление при нагнетании. Напорная характеристика.

1.4. Пневмогидроаккумуляторы и их расчет. Индикаторы и индикаторные диаграммы

Схема и принцип действия гидроаккумулятора (ГА) на всасывании и на нагнетании. Расчет ГА, конструктивное исполнение ГА. Резонанс в системе "ГА – напорный трубопровод" и его расчет.

1.5. Баланс энергии и КПД ПКН. Конструкция ПКН

Объемные потери и коэффициент подачи. Виды потерь энергии и КПД, баланс мощности ПКН. Конструкция ПКН.

2. Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)

2.1. Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)

Схема и принцип действия ПН, основные особенности. Классификация, схемы, область применения ПН. Особенности рабочего процесса ПН: диаграммы пути, скорости и ускорения поршня, диаграммы подачи однопоточного и двухпоточного ПН. Особенности теории клапанов, расчет клапана ПН. Схема и принцип действия распределительного устройства ПН.

3. Винтовые насосы (ВН)

3.1. Винтовые насосы (ВН)

Схема и принцип действия ВН. Геометрия циклоидального зацепления. Теоретическая подача ВН, оптимальные размеры винтов. Характеристики ВН. Силы, действующие на винты ВН, и их расчет.

4. Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели

4.1. Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели

Схема и принцип действия ШН с внешним и с внутренним зацеплением, их особенности, область применения. Мгновенная теоретическая подача, рабочий объем и средняя теоретическая подача ШН, степень неравномерности подачи. Влияние запертого объема на

работу ШН, разгрузка от запертого объема. Расчет сил, действующих на опоры шестерен. Характеристики ШН. Особенности конструкции и расчета ШН.

3.3. Темы практических занятий

1. Схемы поршневых кривошипных насосов (ПКН) и их особенности;
2. Конструкции клапанов ПКН и особенности их расчета;
3. Методика проектирования гидравлической части ПКН;
4. Определение напора ПКН по измерительным приборам;
5. Индикаторные диаграммы и их использование в диагностике работы ПКН;
6. Типовые конструкции ПКН и их узлов. Конструкции уплотнений подвижных деталей ПКН, применяемые материалы уплотнений. Системы смазки ПКН. Выбор материалов деталей гидроблока и корпуса ПКН;
7. Методика проектирования приводной части ПКН. Контрольная работа;
8. Гидравлические схемы гидроприводных насосов (ГПН). Схемы комбинированных гидроцилиндров. Конструкции ШН и ВН.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Классификация ПКН;
2. Виды испытаний ОГМ. Характеристики ОГМ;
3. Устройство стендов для испытаний объемных гидромашин;
4. Методика энергетических и кавитационных испытаний ОГМ;
5. Проведение лабораторных испытаний ПКН;
6. Конструкция ШН. Сборка–разборка ШН;
7. Зачетное занятие.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие понятия и определения"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Винтовые насосы (ВН)"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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	
Знать:						
методики проектирования различных ОГМ	ИД-1ПК-1	+				Домашнее задание/Клапаны ПКН
конструкции ОГМ и их элементов	ИД-2ПК-2		+			Домашнее задание/Объемные потери ПКН. Прямодействующие (гидроприводные) насосы (ГПН). Гидроцилиндры (ГЦ)
законы и принцип работы ОГМ	ИД-2ПК-2		+			Домашнее задание/Объемные потери ПКН. Прямодействующие (гидроприводные) насосы (ГПН). Гидроцилиндры (ГЦ)
Уметь:						
разрабатывать новые конструкции ОГМ с лучшими характеристиками с использованием САПР	ИД-1ПК-1			+		Расчетно-графическая работа/Винтовые насосы (ВН). Выполнение I части расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН
использовать современные достижения науки и передовых технологий в области ОГМ	ИД-2ПК-2				+	Расчетно-графическая работа/Шестеренные насосы (ШН). Выполнение и защита расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Проверка задания

1. Клапаны ПКН (Домашнее задание)
2. Объемные потери ПКН. Прямодействующие (гидроприводные) насосы (ГПН). Гидроцилиндры (ГЦ) (Домашнее задание)
3. Шестеренные насосы (ШН). Выполнение и защита расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Соблюдение графика выполнения задания

1. Винтовые насосы (ВН). Выполнение I части расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Основы теории и конструирования объемных гидropередач : Учебное пособие для машиностроительных специальностей / А. В. Кулагин, и др. ; Ред. В. Н. Прокофьев . – М. : Высшая школа, 1968 . – 398 с.;
2. Чиняев, И. А. Поршневые кривошипные насосы / И. А. Чиняев . – Л. : Машиностроение, 1983 . – 176 с.;
3. Цакирис, Д. Х. Проектирование поршневого кривошипного насоса. Ч.1 : учебно-методическое пособие по курсу "Объемные гидромашины" по направлению "Энергетическое машиностроение" / Д. Х. Цакирис, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 28 с.
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9183;
4. Цакирис, Д. Х. Проектирование поршневого кривошипного насоса. Ч. 2 : методические указания к курсовому проектированию по дисциплине "Объемные гидромашины" по направлению "Энергетическое машиностроение" / Д. Х. Цакирис, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 48 с.
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10429;

5. Борисов Б. П. - "Объемные гидромашины", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2018 - (240 с.)
<https://e.lanbook.com/book/103297>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Майнд Видеоконференции;
5. 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. 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
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Г-102, Учебная лаборатория гидроаэромеханики	стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, доска маркерная, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, кондиционер, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения 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. "ТГМ"	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

Объемные гидромашины

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Клапаны ПКН (Домашнее задание)
- КМ-2 Объемные потери ПКН. Прямодействующие (гидроприводные) насосы (ГПН).
Гидроцилиндры (ГЦ) (Домашнее задание)
- КМ-3 Винтовые насосы (ВН). Выполнение I части расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Шестеренные насосы (ШН). Выполнение и защита расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН (Расчетно-графическая работа)

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	Общие понятия и определения ПКН					
1.1	Общие понятия и определения ПКН		+			
1.2	Клапаны ПКН и их расчет Объемные потери в ПКН		+			
1.3	Давление в рабочей камере ПКН		+			
1.4	Пневмогидроаккумуляторы и их расчет. Индикаторы и индикаторные диаграммы		+			
1.5	Баланс энергии и КПД ПКН. Конструкция ПКН		+			
2	Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)					
2.1	Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)			+		
3	Винтовые насосы (ВН)					
3.1	Винтовые насосы (ВН)				+	
4	Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели					
4.1	Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели					+
Вес КМ, %:			20	25	25	30