

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
СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАСОСЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12.02.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 59,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,30 часа;

Москва 2021

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	Орахелашвили Б.М.
	Идентификатор	Rd5ae6c88-OrakelashvBM-6133e8

(подпись)

Б.М.

Орахелашвили

(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: формирование знаний и умений в области специальных насосов (СПН) и приобретение навыков их использования в разных отраслях промышленности, в том числе в энергетическом машиностроении.

Задачи дисциплины

- Изучение принципов действия некоторых широко применяемых специальных насосов, а также их параметров и области использования;
- Изучение основ рабочих процессов и особенностей конструкций специальных насосов;
- Владение современными методиками расчёта и проектирования специальных насосов, в том числе поиска оптимальных решений при создании новых конструкций и критериев оценки создаваемых конструкций с учетом их надежности и эффективности.

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-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	знать: - методики расчёта различных СПН. уметь: - разрабатывать усовершенствованные конструкции СПН с улучшенными характеристиками с использованием САПР.

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 Назначение, области применения лопастных и объёмных гидромашин
- знать Разновидности лопастных и объёмных гидромашин, особенности их конструкций, достоинств и недостатков
- знать Принцип действия и основные параметры лопастных и объёмных гидромашин
- знать Существующие методы проектирования лопастных и объёмных гидромашин
- знать Принцип действия, основные схемы и характеристики лопастных и объёмных гидромашин
- уметь Применять треугольники скоростей и уравнения, описывающие абсолютное и относительное движения жидкости в лопастных и объёмных гидромашинах
- уметь Использовать основы теории подобия лопастных гидромашин, законы подобия при кавитации
- уметь Определять характеристики лопастных и объёмных гидромашин, характеристики совместной работы гидромашин в соответствии с различными схемами гидросистемы.

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 3 зачетных единицы, 108 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	Струйные насосы	52	3	6	-	16	-	-	-	-	-	30	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по лекционному блоку "Струйные насосы".</p> <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> При выполнении расчетно-графического задания подготавливается эскиз конструкции струйного насоса. Для создания эскиза выполняются предварительные расчеты основных параметров и размеров проточной части струйного насоса, которые указываются на эскизе. Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Проработка материалов по лекционному блоку "Струйные насосы" и подготовка к контрольному мероприятию.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по лекционному блоку "Струйные насосы", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение лекционного материала и источников дополнительной литературы по разделу "Основы рабочего процесса, основные параметры, характеристики и КПД струйных</p>	
1.1	Основы теории струйных насосов	16		4	-	8	-	-	-	-	-	-	4		-
1.2	Проектирование и применение СтН	36		2	-	8	-	-	-	-	-	-	26		-

													<p>насосов. Кавитация в струйных насосах". <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение лекционного материала и источников дополнительной литературы по разделу "Методики проектирования, определение размеров проточной части струйных насосов. Применение струйных насосов" <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка материала предшествующих лекций. <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений проектирования конструкции струйных насосов. Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в лекционном блоке "Струйные насосы". Дополнительно студент изучает литературу и разбирает примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 171–175; 184–202 [3], 4-18 [6], 127-169</p>
2	Вихревые насосы	38	10	-	16	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>
2.1	Основы теории вихревых насосов (ВН)	18	4	-	8	-	-	-	-	-	6	-	Повторение материала по лекционному блоку "Вихревые насосы". <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>
2.2	Методики расчёта ВН	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	Проработка материала предшествующих лекций.
2.3	Кавитация в ВН	8	2	-	4	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку знания конструкции вихревых насосов. Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в лекционном блоке "Вихревые насосы".

														<p>Дополнительно студент изучает литературу и разбирает примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Проработка материалов по лекционному блоку "Вихревые насосы" и подготовка к контрольному мероприятию.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по лекционному блоку "Вихревые насосы", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение лекционного материала и источников дополнительной литературы по разделу "Кавитация в ВН. Гидравлические силы в ВН. Классификация и применение ВН".</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение лекционного материала и источников дополнительной литературы по разделу "Характеристики ВН. Влияние конструктивных элементов на характеристику ВН. Методики расчёта ВН".</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение лекционного материала и источников дополнительной литературы по разделу "Основы теории ВН. Основное уравнение, баланс энергии, виды потерь и КПД ВН".</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 3–22; 78–100; 100–115 [4], 115-207 [5], 38-79</p>
	Зачет с оценкой	18.00		-	-	-	-	-	-	-	0.30	-	17.70	

	Всего за семестр	108.00		16	-	32	-	-	-	-	0.30	42	17.70	
	Итого за семестр	108.00		16	-	32	-	-	-	-	0.30	42	17.70	

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. Струйные насосы

1.1. Основы теории струйных насосов

Основы рабочего процесса струйных насосов (СтН). Схема, принцип действия и основные виды струйных насосов. Основные параметры струйных насосов.. Характеристики СтН. Теоретические характеристики и КПД струйных насосов. Обобщен-ные характеристики струйных насосов. Влияние числа Рейнольдса на характеристики струйных насосов.. Кавитация в струйных насосах..

1.2. Проектирование и применение СтН

Методика МГТУ проектирования струйных насосов. Методика ВТИ проектирования струйных насосов. Выбор основных размеров проточной части струйных насосов.. Применение струйных насосов..

2. Вихревые насосы

2.1. Основы теории вихревых насосов (ВН)

Схема и принцип действия ВН. Гипотеза рабочего процесса. Основное уравнение ВН.. Баланс энергии ВН. Виды потерь энергии и КПД ВН. Баланс мощности ВН.. Влияние конструктивных элементов на характеристику ВН. Оптимальные соотношения размеров ВН.

2.2. Методики расчёта ВН

Методика расчета ВН. Расчет ВН по систематике. Расчет ВН по насосу-аналогу. Схема расчета ВН по основному уравнению ВН.. Конструкция ВН, их классификация.. Гидравлические силы, действующие на рабочее колесо ВН. Классификация ВН, область их применения.

2.3. Кавитация в ВН

Кавитация в ВН открытого типа. Кавитация в ВН закрытого типа..

3.3. Темы практических занятий

1. Обобщённые (сводные) характеристики струйных насосов;
2. Методика МГТУ проектирования струйного насоса;
3. Методика ВТИ проектирования струйного насоса;
4. Кавитация в струйных насосах;
5. Конструкция и применение струйных насосов;
6. Кавитация в вихревых насосах;
7. Конструкция и применение вихревых насосов;
8. Зачётное занятие.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на усвоение лекционного материала по блоку "Вихревые насосы". В рамках часов на групповые консультации разбираются частные вопросы из блока "Вихревые насосы".

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультации направлены на выполнение разделов расчётно-графической работы "Расчёт струйного насоса в гидросистеме" под руководством преподавателя. В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные разделы расчётно-графической работы.

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по расчётно-графической работе "Расчёт струйного насоса в гидросистеме"

Текущий контроль (ТК)

1. Подведение итогов выполнения расчётно-графической работы "Расчёт струйного насоса в гидросистеме" в рамках контрольного мероприятия по блоку "Струйные насосы".
2. Контроль усвоения лекционного материала по блоку "Вихревые насосы" в рамках контрольного мероприятия.

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	
Знать:				
методики расчёта различных СпН	ИД-1ПК-3	+		Тестирование/Основы теории струйных насосов и методика проектирования струйного насоса Контрольная работа/Расчётно-графическая работа по струйным насосам
Уметь:				
разрабатывать усовершенствованные конструкции СпН с улучшенными характеристиками с использованием САПР	ИД-1ПК-3		+	Контрольная работа/Основные конструктивные схемы специальных насосов Тестирование/Основы теории вихревых насосов и конструктивные особенности вихревых насосов Контрольная работа/Расчёт вихревого насоса методами ВТИ и МГТУ

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: Выполнение задания

1. Основы теории вихревых насосов и конструктивные особенности вихревых насосов (Тестирование)
2. Основы теории струйных насосов и методика проектирования струйного насоса (Тестирование)
3. Расчёт вихревого насоса методами ВТИ и МГТУ (Контрольная работа)
4. Расчётно-графическая работа по струйным насосам (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Основные конструктивные схемы специальных насосов (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач. Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки. Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Соколов, Е. Я. Струйные аппараты / Е. Я. Соколов, Н. М. Зингер . – 3-е изд., перераб . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 352 с.;
2. Байбаков, О. В. Вихревые гидравлические машины / О. В. Байбаков . – М. : Машиностроение, 1981 . – 197 с.;
3. Цакирис, Д. Х. Расчет струйного насоса в системе с центробежным насосом : методические указания к расчетной работе по дисциплине "Специальные насосы" по направлению "Энергетическое машиностроение" / Д. Х. Цакирис, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 28 с.
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11195;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11195)

4. В. А. Головкин, М. А. Головкин, В. М. Калявкин- "Вопросы вихревой гидромеханики", Издательство: "Физматлит", Москва, 2009 - (263 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76681>;
5. В. В. Бирюк, С. В. Веретенников, А. И. Гурьянов, Ш. А. Пиралишвили- "Вихревой эффект", Издательство: "Научтехлитиздат", Москва, 2014 - (287 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467580>;
6. Волков К. Н., Емельянов В. Н., Зазимко В. А.- "Турбулентные струи -- статистические модели и моделирование крупных вихрей", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2014 - (360 с.)
https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59662.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. MathCad;
5. Майнд Видеоконференции;
6. SolidWorks;
7. AutoCAD (версия для обучающихся и преподавателей).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
15. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения	Г-102(а), Мультимедийный	парта со скамьей, стол преподавателя, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая,

лекционных занятий и текущего контроля	класс	компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	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 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

Специальные насосы

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основы теории струйных насосов и методика проектирования струйного насоса (Тестирование)
- КМ-2 Расчётно-графическая работа по струйным насосам (Контрольная работа)
- КМ-3 Основы теории вихревых насосов и конструктивные особенности вихревых насосов (Тестирование)
- КМ-4 Расчёт вихревого насоса методами ВТИ и МГТУ (Контрольная работа)
- КМ-5 Основные конструктивные схемы специальных насосов (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	7	10	14	16
1	Струйные насосы						
1.1	Основы теории струйных насосов		+	+			
1.2	Проектирование и применение СтН		+	+			
2	Вихревые насосы						
2.1	Основы теории вихревых насосов (ВН)				+	+	+
2.2	Методики расчёта ВН				+	+	+
2.3	Кавитация в ВН				+	+	+
Вес КМ, %:			10	20	20	30	20