

**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**

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

**Москва 2023**

## 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 <sub>ПК-3</sub> 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><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по лекционному блоку "Струйные насосы".</p> <p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> 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><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Проработка материалов по лекционному блоку "Струйные насосы" и подготовка к контрольному мероприятию.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по лекционному блоку "Струйные насосы", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> 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	-	

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



	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>		<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>42</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>		<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>42</b>	<b>17.7</b>	<b>59.7</b>	

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

### **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	
<b>Знать:</b>				
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
<b>Уметь:</b>				
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.

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. 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](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59662).

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";

2. Office / Российский пакет офисных программ;

3. Windows / Операционная система семейства Linux;

4. Майнд Видеоконференции;

5. AutoCAD/ T Flex CAD (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. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	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	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