

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ

 П.В.Луканин
 « 07 » 01 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.13

(индекс дисциплины)

Нагнетатели и тепловые двигатели ч.2 Энергетические насосы

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **21** Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: Бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	72	72	72
	Аудиторные занятия	28	30	8
	Лекции	14	15	4
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	14	15	4
	Самостоятельная работа	44	42	60
	Промежуточная аттестация			4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	8	9	9
	Контрольная работа			9
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		2	2	2

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная								2		
Очно-заочная									2	
Заочная									2	

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области конструктивных особенностей, принципов работы, современного состояния и перспектив развития нагнетателей, в оценке и анализе физических процессов, протекающих в нагнетателях, расчета основных геометрических размеров машин и ее характеристик, в выборе экономичных режимов работы, в обеспечении правильной эксплуатации нагнетателей.

1.3. Задачи дисциплины

- Изучить конструктивные особенности и принципы работы нагнетателей.
- Рассмотреть современное состояние и перспективы развития нагнетателей.
- Продемонстрировать организацию правильной эксплуатации нагнетателей.
- Установить возможности выбора экономичных режимов работы.
- Провести оценку и анализ физических процессов, протекающих в нагнетателях.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новые знания и умения.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-2	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	3
Планируемые результаты обучения Знать: 1) Современное состояние и перспективы развития нагнетателей. Уметь: 1) Определять возможности выбора экономичных режимов работы. Владеть: 1) Навыками анализа физических процессов, протекающих в нагнетателях.		
ПК-4	Способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.	3
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основы проведения экспериментальных работ в лабораторных условиях по заданной методике; 2) математический аппарат для обработки полученных результатов в эксперименте. Уметь: 1) применять методы статистического анализа эксплуатации источников и систем теплоснабжения для оценки надежности; 2) анализировать результаты исследований. Владеть: 1) навыками математического анализа с использованием программного обеспечения при контроле и прогнозировании надежности источников энергии и систем теплоснабжения.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Физика (общая) (ОПК-2)
- Химия (общая) (ОПК-2)
- Экология (ОПК-2)

- Математика (общая) (ОПК-2)
- Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика (ОПК-2)
- Материаловедение и технология конструкционных материалов (ОПК-2)
- Механика (ОПК-2)
- Электротехника и электроника (ОПК-2)
- Техническая термодинамика (ОПК-2)
- Газодинамика ч. 2 Газодинамика (ОПК-2)
- Теплообмен (ОПК-2)
- Прикладная математика (ОПК-2)
- Теоретическая механика (ОПК-2)
- Сопроотивление материалов (ОПК-2)
- Нагнетатели и тепловые двигатели ч. 1 (ОПК-2)
- Физическая химия (ОПК-2)
- Основы термодинамического анализа (ОПК-2)
- Уравнения математической физики (ОПК-2)
- Технология конструкционных материалов (ОПК-2)
- Газодинамика ч. 1 Гидравлика (ПК-4)
- Топливо и теория горения (ПК-4)
- Надежность источников и систем теплоснабжения (ПК-4)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Центробежные насосы.			
Тема 1. Классификация, основные типы и показатели работы насосов. Основные типы и классификация насосов: по способу действия, по конструкции. Показатели работы насосов: подача, давление, напор, работа, мощность, КПД.	6	6	6
Тема 2. Основы теории центробежных насосов. Конструктивная схема, параллелограмм скоростей, уравнение Эйлера, характеристики центробежных насосов, подобие центробежных насосов	8	8	6
Тема 3. Основы эксплуатации центробежных насосов. Пуск и остановка, работа на сеть, регулирование, осевое усилие, многоступенчатые и многопоточные насосы.	6	6	6
Тема 4. Конструкции и характеристики центробежных насосов. Насосы для промышленности: для чистой воды, для химически активных жидкостей, для подачи смесей жидкостей и твердых частиц. Насосы для теплоэнергетики: питательные, конденсатные, циркуляционные, сетевые.	6	6	6
Тема 5. Высота всасывания насосов и явление кавитации. Процесс кавитации, кавитационное разрушение материалов, влияние кавитации на характеристики насоса, геометрическая, полная и вакуумметрическая высота всасывания, число кавитации, кавитационный запас, кавитационный коэффициент быстроходности, противокавитационный запас напора, срывные характеристики насоса.	8	8	8
Текущий контроль 1. (опрос)	2	2	-
Учебный модуль 2. Осевые насосы.			
Тема 6. Осевые насосы. Решетка профилей, уравнение неразрывности, удельная работа, уравнения количества движения напор, уравнение циркуляции, теорема Н.Е.Жуковского, аэродинамические коэффициенты, потери энергии, КПД, многоступенчатые осевые насосы, характеристики, регулирование подачи.	8	8	6
Тема 7. Основные характеристики осевых насосов. Потери энергии, КПД, многоступенчатые осевые насосы, характеристики, регулирование подачи.	6	6	6
Текущий контроль 2. (опрос)	2	2	-
Учебный модуль 3. Объемные насосы.			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 7. Поршневые насосы. Способ действия, индикаторная диаграмма, подача поршневых насосов, неравномерность всасывания и подачи, мощность и КПД, характеристики, регулирование подачи, совместная работа поршневого насоса и трубопровода, допустимая высота всасывания.	8	8	6
Тема 8. Роторные насосы. Шестеренные насосы, пластинчатые (шиберные) насосы, аксиально-поршневые насосы, радиально-поршневые насосы, винтовые насосы, неравномерность подачи, мощность и КПД, характеристики, регулирование подачи.	6	6	6
Текущий контроль 3. (опрос)	2	2	-
Текущий контроль 3. (контрольная работа)	-	-	12
Промежуточная аттестация (зачет)	4	4	4
ВСЕГО:	72	72	72

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	8	2	9	2	9	2
2	8	2	9	2	9	1
3	8	1	9	2		
4	8	1	9	2		
5	8	2	9	2	9	1
6	8	2	9	2		
7	8	1	9	1		
8	8	2	9	2		
9	8	1				
ВСЕГО:		14		15		4

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Расчет рабочего колеса одноступенчатого однопо-точного насоса	8	6	9	6	9	4
5	Расчет максимальной вы-соты всасывания	8	2	9	3		
6	Эксплуатация осевых насосов	8	6	9	6		
ВСЕГО:			14		15		4

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3	Опрос	8	3	9	3		
1-3	Контрольная работа					9	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	8	20	9	18	9	24
Подготовка к практическим занятиям	8	20	9	20	9	24
Выполнение контрольной работы	-	-	-	-	9	12
Подготовка к зачету	8	4	9	4	9	4
	ВСЕГО:			42		64

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий
Не предусмотрено

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Крестин Е.А. Гидравлика [электронный ресурс]: курс лекций/ Е.А. Крестин – Электрон. Текстовые данные. – Самара: Самарский архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 189 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29784>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

2. Басукинский С.М. Центробежные нагнетатели [Электронный ресурс]: задания для проверки знаний по разделу «Насосы»/ Басукинский С.М., Басукинский Б.М.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 20 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22947>.— ЭБС «IPRbooks».

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Не предусмотрено

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Издательский дом МЭИ: publish@mpei.ru, publish@mpei-publishers.ru.
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПбГУПТД: http://nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm.
3. Электронная библиотека СПбГУПТД: <http://www.iprbookshop.ru>.

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8, 10
2. Microsoft Office Professional 2013, 2015.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория.
2. Компьютерный класс.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные, раздаточные материалы.
2. Наборы слайдов на электронном носителе.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Работа с лекционным материалом, учебной и технической литературой, Интернет-ресурсами. Формулировка выводов.
Практические занятия	Работа с нормативно-технической литературой, анализ примеров расчета эффективности различных автономных источников энергоснабжения, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр примеров разработанных проектов реконструкции систем теплоснабжения, решение задач по оценке эффективности инвестиций с применением различных методов, формулировка выводов.
Самостоятельная работа	Расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на практических занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации. Решение практических задач; проработка конкретных ситуаций; использование интернет-ресурса. При выполнении контрольной работы и подготовке к зачету необходимо проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритмы ответов на вопросы к зачету, продумать ответы на возможные дополнительные вопросы преподавателя.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-2 (3)	1. Излагает современное состояние и перспективы развития нагнетателей. 2. Демонстрирует определение возможности выбора экономичных режимов работы. 3. Использует навыки анализа физических процессов, протекающих в нагнетателях.	1. Устное собеседование 2. Типовое практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (52 вопроса) 2. Перечень практических заданий (10 задач)
ПК-4 (3)	1. Демонстрирует базовые знания в обработке и анализе полученных результатов. 2. Показывает умение в применении полученных знаний. 3. Использует полученные знания для повышения эффективности энергетических насосов.	1. Устное собеседование 2. Типовое практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (52 вопроса) 2. Перечень практических заданий (10 задач)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных положений, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимо-

	связь основных положений и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные положения; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1)	Основные типы и классификация насосов	1
2)	Показатели работы насосов	1
3)	Конструктивная схема центробежных насосов	2
4)	Параллелограмм скоростей центробежных насосов	2
5)	Уравнение Эйлера для центробежных насосов	2
6)	Характеристики центробежных насосов	2
7)	Подобие центробежных насосов	2
8)	Работа насоса на сеть. Последовательное и параллельное соединение насосов	3
9)	Регулирование центробежных насосов	3
10)	Осевое усилие	3
11)	Многоступенчатые и многопоточные насосы	3
12)	Классификации по быстроходности центробежных насосов	3
13)	Конструкции одноступенчатых насосов	4
14)	Конструкции многоступенчатых насосов	4
15)	Насосы для химически активных жидкостей	4
16)	Насосы для подачи смесей жидкостей и твердых частиц	4
17)	Шламовые (грязевые) насосы	4
18)	Земляные насосы (землесосы)	4
19)	Питательные насосы	4
20)	Конденсатные насосы	4
21)	Циркуляционные насосы	4
22)	Сетевые насосы	4
23)	Эксплуатация насосных установок	4
24)	Процесс кавитации	5
25)	Геометрическая, полная и вакуумметрическая высота всасывания	5
26)	Число кавитации	5
27)	Кавитационный запас	5
28)	Кавитационный коэффициент быстроходности	5
29)	Противокавитационный запас напора	5
30)	Решетка профилей осевого насоса.	6
31)	Основные уравнения теории осевых насосов. Уравнение неразрывности.	6
32)	Основные уравнения теории осевых насосов. Удельной работы	6
33)	Основные уравнения теории осевых насосов. Количества движения	6
34)	Основные уравнения теории осевых насосов. Циркуляции	6
35)	Основные уравнения теории осевых насосов. Теорема Н.Е.Жуковского	6
36)	Основные уравнения теории осевых насосов. Аэродинамические коэффициенты	6
37)	Напор, потери энергии, КПД осевых насосов	6

38)	Многоступенчатые осевые насосы	6
39)	Характеристики. Регулирование подачи осевых насосов	6
40)	Способ действия, индикаторная диаграмма поршневых насосов	7
41)	Подача поршневых насосов	7
42)	Неравномерность всасывания и подачи поршневых насосов	7
43)	Мощность и КПД поршневых насосов	7
44)	Характеристики поршневых насосов	7
45)	Регулирование подачи поршневых насосов	7
46)	Совместная работа поршневого насоса и трубопровода	7
47)	Допустимая высота всасывания поршневых насосов	7
48)	Шестеренные насосы	8
49)	Пластинчатые (шиберные) насосы	8
50)	Аксиально-поршневые насосы	8
51)	Радиально-поршневые насосы	8
52)	Винтовые насосы	8

10.2.2. Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий (задач)	Ответ																					
1	<p>Центробежный насос перекачивает конденсат из конденсатора паровой турбины, переохлажденного до температуры t_B. Рассчитать, на каком наименьшем вертикальном расстоянии от минимального уровня в конденсаторе $H_{ВС}^{доп}$ должна находиться ось насоса для обеспечения его нормальной работы без кавитационных срывов.</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>Производительность</td><td>Q</td><td>36 м³/час</td></tr> <tr><td>Диаметр всасывающего патрубка</td><td>$d_{ВС}$</td><td>150 мм</td></tr> <tr><td>Абсолютное давление в паровом пространстве конденсатора</td><td>p_K</td><td>19 кПа</td></tr> <tr><td>Сопrotивление всасывающей трубы</td><td>$k_{ВС}^п$</td><td>0,5 м\вод.ст.</td></tr> <tr><td>Частота вращения вала</td><td>n</td><td>1500 мин⁻¹</td></tr> <tr><td>Температура воды</td><td>t_B</td><td>72</td></tr> <tr><td>коэффициент быстроходности</td><td>C</td><td>1500</td></tr> </table>	Производительность	Q	36 м ³ /час	Диаметр всасывающего патрубка	$d_{ВС}$	150 мм	Абсолютное давление в паровом пространстве конденсатора	p_K	19 кПа	Сопrotивление всасывающей трубы	$k_{ВС}^п$	0,5 м\вод.ст.	Частота вращения вала	n	1500 мин ⁻¹	Температура воды	t_B	72	коэффициент быстроходности	C	1500	<p>По таблице свойств воды находим давление насыщенных паров при $t_B = 72$ град. $p_0 = 33,957$ кПа</p> $H_{ВС}^{доп} \approx 1,25 \cdot \left(\frac{p_0 - p_K}{\rho g} - 10 \left(\frac{n \sqrt{Q}}{C} \right)^{4/3} \right)$ <p>Ответ: -3,4 м.</p>
Производительность	Q	36 м ³ /час																					
Диаметр всасывающего патрубка	$d_{ВС}$	150 мм																					
Абсолютное давление в паровом пространстве конденсатора	p_K	19 кПа																					
Сопrotивление всасывающей трубы	$k_{ВС}^п$	0,5 м\вод.ст.																					
Частота вращения вала	n	1500 мин ⁻¹																					
Температура воды	t_B	72																					
коэффициент быстроходности	C	1500																					

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на Ученом совете университета 15.03.2016г., протокол № 4).

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета

- Время на подготовку ответа на зачете 30 минут.