

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета компьютерных
систем и информационных технологий
Кочевский А.А.
«*апрель*» 2023 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Лопастные гидромашины и гидропередачи»

По направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль: «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика»

Луганск – 2023 г.

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Лопастные гидромашины и гидропередачи» по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение. – с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Лопастные гидромашины и гидропередачи» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «28» февраля 2018 года № 145.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Бугаенко В.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики «18» апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой прикладной математики  В.В.Малый

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Переутверждена: «__» _____ 20__ года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий «19» 04 2023 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий

 Н.Н. Ветрова.

© Бугаенко В.В., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – приобретение студентами навыков в решении инженерных задач по выбору насосного оборудования, расчёту режимов работы, конструированию, определению эффективности работы насосов и гидродинамических передач для конкретных условий эксплуатации.

Задачи: – изучение основ теории, принципа действия, характеристик, методов расчёта и конструирования гидродинамических машин и передач для конкретных условий эксплуатации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Лопастные гидромашины и гидропередачи» относится к обязательной части цикла дисциплин учебного плана подготовки по программе бакалавриата.

Необходимым условием для освоения дисциплины являются знания умения и навыки, полученные студентами при изучении дисциплин: «Математика», «Физика», «Механика жидкости и газа».

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Механика жидкости и газа», «Основы профессиональных знаний по гидромашинам, гидроприводам и гидропневмоавтоматике», «Теоретическая механика», «Математика», «Физика» и служит основой для освоения дисциплин «Гидрофицированное технологическое оборудование», «Гидрофицированные мобильные машины» и выполнения квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-2. Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-2.1. Знать современные энергетические технологии и технологии проектирования объектов энергетического машиностроения, основные ГОСТы и стандарты применительно к проектированию объектов энергетического машиностроения	Знать: современные энергетические технологии и технологии проектирования лопастных гидромашин, лопастных гидропередач и насосных установок.
	ПК-2.2. Уметь формулировать принципы построения, физические основы построения объектов энергетического машиностроения и систем на их основе	Уметь: формулировать принципы построения, физические основы построения лопастных гидромашин, лопастных гидропередач и насосных установок.
	ПК-2.3. Владеть навыками представления и защиты ре-	Владеть: навыками представления и защиты резуль-

	зультатов проектной деятельности, оформления технической документации в соответствии с ГОСТами и стандартами энергетического машиностроения	татов проектирования лопастных гидромашин, лопастных гидropередач и насосных установок.
--	---	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы 6-й семестр

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	324 (9,0 зач. ед)	324 (9,0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	204	36
Лекции	102	18
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	68	12
Лабораторные работы	34	6
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	120	288
Итоговая аттестация	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 6.

Тема 1. Лопастные гидромашин. Общие сведения, классификация лопастных гидромашин, области их применения.

Тема 2. Основы теории лопастных гидромашин. Основные параметры, характеризующие рабочий процесс. Кинематика потока в рабочем колесе центробежного насоса.

Тема 3. Уравнение работы насоса. Критерии подобия насосов. Безразмерные коэффициенты.

Тема 4. Физическая природа и проявление кавитации. Высота всасывания и кавитационный запас. Пути исключения и ослабления кавитации.

Тема 5. Характеристики насосов. Построение напорной характеристики насоса расчётным способом. Виды характеристик насосов. Форма напорной характеристики насоса. Пути получения стабильной формы напорной характеристики.

Тема 6. Совместная работа насоса и его внешней сети. Устойчивость работы насоса в системе. Явление помпажа. Способы предотвращения помпажа.

Тема 7. Регулирование работы насоса. Способы регулирования. Регулирование воздействием на сеть. Регулирование воздействием на насос. Совместная работа насосов на общую сеть. Параллельное и последовательное соедине-

ние насосов. Характеристики насосов при их параллельном и последовательном соединении.

Тема 8. Радиальные вентиляторы. Конструктивное исполнение радиальных вентиляторов. Основы теории радиальных вентиляторов. Уравнения, описывающие рабочий процесс радиального вентилятора.

Тема 9. Геометрические и аэродинамические характеристики рабочего колеса вентилятора. Влияние геометрических характеристик рабочего колеса на давление развиваемое вентилятором.

Тема 10. Характеристики вентиляторов. Работа центробежных вентиляторов на сеть.

Тема 11. Общая характеристика осевых вентиляторов. Кинематика потока в осевом вентиляторе. Основные уравнения теории осевых вентиляторов.

Тема 12. Мощность и КПД осевого вентилятора. Характеристики осевых вентиляторов.

Тема 13. Гидродинамические передачи. Принципиальная конструктивная схема и характеристика гидромуфт. Основное уравнение гидромуфт. Коэффициент полезного действия гидромуфт.

Тема 14. Гидротрансформаторы. Конструкция, принцип действия и характеристики гидротрансформаторов. Комплексные гидротрансформаторы.

Тема 15. Элементарная теория и расчёт центробежного лопастного колеса. Расчёт основных размеров входа и выхода центробежного лопастного колеса.

Тема 16. Профилирование рабочего колеса центробежного насоса в меридианном сечении.

Тема 17. Профилирование цилиндрической лопасти рабочего колеса центробежного насоса.

Тема 18. Конструкции и назначение отводов центробежных насосов. Теория и расчёт проточной части корпуса центробежного насоса.

Тема 19. Проверочный расчёт спирального отвода центробежного насоса.

Тема 20. Расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.

Тема 21. Конструктивные формы осевых насосов. Форма потока в рабочем колесе осевого насоса. Уравнение работы осевого насоса.

Тема 22. Определение основных размеров рабочего колеса. Профилирование лопастей колёс осевых насосов.

Тема 23. Конструирование валов центробежных насосов. Основные требования. «Жёсткие» и «гибкие» валы. Влияние гидродинамических сил на величину критической частоты вращения вала.

Тема 24. Расчёт вала на статическую прочность и выносливость.

Тема 25. Определение сил, которые действуют на лопасть колеса осевого насоса. Расчёт величины напряжения в корневом сечении лопасти.

Тема 26. Конструирование и расчёт проточной части радиальных вентиляторов. Определение размеров элементов входа и выхода рабочего колеса. Определение углов установки лопастей на входе и выходе рабочего колеса.

Тема 27. Конструирование и расчёт проточной части осевых вентиляторов. Определение геометрических размеров проточной части осевого вентилятора.

Тема 28. Гидродинамические муфты и гидротрансформаторы. Конструирование и основные эксплуатационные показатели. Конструктивные способы снижения крутящего момента на валу гидромуфты при максимальном скольжении.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
Семестр 6			
1	Общие сведения, классификация гидродинамических машин, области их применения.	3	0,5
2	Основы теории гидродинамических машин. Основные параметры. Кинематика потока в рабочем колесе центробежного насоса.	3	0,5
3	Уравнение работы насоса. Критерии подобия насосов. Безразмерные коэффициенты.	4	1,0
4	Физическая природа и проявление кавитации. Высота всасывания и кавитационный запас. Пути исключения и ослабления кавитации.	3	0,5
5	Характеристики насосов. Построение напорной характеристики насоса расчётным способом. Виды характеристик насосов. Форма напорной характеристики насоса. Пути получения стабильной формы напорной характеристики.	4	1,0
6	Совместная работа насоса и его внешней сети. Устойчивость работы насоса в системе. Явление помпажа.	4	0,5
7	Регулирование работы насоса. Совместная работа насосов на общую сеть.	3	0,5
8	Радиальные вентиляторы. Конструктивное исполнение радиальных вентиляторов. Основы теории радиальных вентиляторов.	3	0,5
9	Геометрические и аэродинамические характеристики рабочего колеса вентилятора. Влияние геометрических характеристик рабочего колеса на давление вентилятора.	4	0,5
10	Характеристики вентиляторов. Работа центробежных вентиляторов на сеть.	3	0,5
11	Общая характеристика осевых вентиляторов. Основные уравнения теории осевых вентиляторов.	3	0,5
12	Мощность и КПД осевого вентилятора. Характеристики осевых вентиляторов.	3	0,5
13	Гидродинамические передачи. Принципиальная конструктивная схема и характеристика гидромуфт. Основное уравнение гидромуфт.	3	0,5

	Коэффициент полезного действия гидромурфт.		
14	Гидротрансформаторы. Конструкция, принцип действия и характеристики гидротрансформаторов. Комплексные гидротрансформаторы.	4	0,5
15	Элементарная теория и расчёт центробежного лопастного колеса. Расчёт основных размеров входа и выхода центробежного лопастного колеса.	3	0,5
16	Профилирование рабочего колеса центробежного насоса в меридианном сечении.	4	0,5
17	Профилирование цилиндрической лопасти рабочего колеса центробежного насоса.	4	1,0
18	Конструкции и назначение отводов центробежных насосов. Теория и расчёт проточной части корпуса центробежного насоса.	4	0,5
19	Проверочный расчёт спирального отвода центробежного насоса.	4	0,5
20	Расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.	4	0,5
21	Конструктивные формы осевых насосов. Форма потока в рабочем колесе осевого насоса.	4	0,5
22	Определение основных размеров и профилирование лопастей колёс осевых насосов.	4	0,5
23	Конструирование валов центробежных насосов. Основные требования. «Жёсткие» и «гибкие» валы. Влияние гидродинамических сил на величину критической частоты вращения вала.	4	0,5
24	Расчёт вала на статическую прочность и выносливость.	4	0,5
25	Определение сил, которые действуют на лопасть колеса осевого насоса, расчёт величины напряжения в корневом сечении лопасти.	4	0,5
26	Конструирование и расчёт проточной части радиальных вентиляторов.	4	0,5
27	Конструирование и расчёт проточной части осевых вентиляторов.	4	0,5
28	Гидродинамические муфты и гидротрансформаторы. Конструирование и основные эксплуатационные показатели.	4	1,0
Итого:		102	16

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
Семестр 6			

1	Работа насоса на сеть. Выбор насоса.	6	1
2	Определение допустимой высоты всасывания центробежного насоса.	5	1
3	Совместная работа насосов. Параллельное соединение.	5	1,0
4	Совместная работа насосов. Последовательное соединение.	5	0,5
5	Регулирование насосов.	5	1
6	Работа вентилятора на сеть. Выбор вентилятора.	5	0,5
7	Расчёт основных размеров входа и выхода центробежного лопастного колеса.	5	1
8	Профилирование рабочего колеса центробежного насоса в меридианном сечении.	6	1
9	Профилирование цилиндрической лопасти рабочего колеса центробежного насоса.	5	1
10	Расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.	5	1
11	Определение основных размеров и профилирование лопастей колёс осевых насосов.	6	1
12	Конструирование и расчёт проточной части радиальных вентиляторов.	5	1
13	Конструирование и расчёт проточной части осевых вентиляторов.	5	1
Итого:		68	12

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
Семестр 6			
1	Энергетические испытания центробежного насоса.	4	1
2	Кавитационные испытания центробежного насоса.	6	1
3	Испытания центробежного вентилятора.	4	1
4	Испытания осевого вентилятора.	4	1
5	Испытание гидромуфты.	8	1
6	Изучение конструкции комплексного гидротрансформатора	8	1
Итого:		34	6

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Общие сведения, классификация гидродинамических машин, обла-		4	10

	сти их применения.			
2	Основы теории гидродинамических машин. Основные параметры. Кинематика потока в рабочем колесе центробежного насоса.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену.	4	10
3	Уравнение работы насоса. Критерии подобия насосов. Безразмерные коэффициенты.		6	11
4	Физическая природа и проявления кавитации. Высота всасывания и кавитационный запас. Пути исключения и ослабления кавитации.		4	10
5	Характеристики насосов. Построение напорной характеристики насоса расчётным способом. Виды характеристик насосов. Форма напорной характеристики насоса. Пути получения стабильной формы напорной характеристики.		6	11
6	Совместная работа насоса и его внешней сети. Устойчивость работы насоса в системе. Явление помпажа.		6	11
7	Регулирование работы насоса. Совместная работа насосов на общую сеть.		4	10
8	Радиальные вентиляторы. Конструктивное исполнение радиальных вентиляторов. Основы теории радиальных вентиляторов.		4	10
9	Геометрические и аэродинамические характеристики рабочего колеса вентилятора. Влияние геометрических характеристик рабочего колеса на давление вентилятора.		4	10
10	Характеристики вентиляторов. Работа центробежных вентиляторов на сеть.		4	10
11	Общая характеристика осевых вентиляторов. Основные уравнения теории осевых вентиляторов.		4	10
12	Мощность и КПД осевого вентилятора. Характеристики осевых вентиляторов.		4	10

13	Гидродинамические передачи. Принципиальная конструктивная схема и характеристика гидромуфт. Основное уравнение гидромуфт. Коэффициент полезного действия гидромуфт.		4	10
14	Гидротрансформаторы. Конструкция, принцип действия и характеристики гидротрансформаторов. Комплексные гидротрансформаторы.		4	10
15	Элементарная теория и расчёт центробежного лопастного колеса. Расчёт основных размеров входа и выхода центробежного лопастного колеса.		4	10
16	Профилирование рабочего колеса центробежного насоса в меридианном сечении.		4	10
17	Профилирование цилиндрической лопасти рабочего колеса центробежного насоса.		4	10
18	Конструкции и назначение отводов центробежных насосов. Теория и расчёт проточной части корпуса центробежного насоса.		4	10
19	Проверочный расчёт спирального отвода центробежного насоса.		4	10
20	Расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.		4	10
21	Конструктивные формы осевых насосов. Форма потока в рабочем колесе осевого насоса.		4	10
22	Определение основных размеров и профилирование лопастей колёс осевых насосов.		6	11
23	Конструирование валов центробежных насосов. Основные требования. «Жёсткие» и «гибкие» валы. Влияние гидродинамических сил на величину критической частоты вращения вала.		4	10
24	Расчёт вала на статическую прочность и выносливость.		4	10
25	Определение сил, которые дей-		4	10

	ствуюют на лопасть колеса осевого насоса, расчёт величины напряжения в корневом сечении лопасти.			
26	Конструирование и расчёт проточной части радиальных вентиляторов.		4	10
27	Конструирование и расчёт проточной части осевых вентиляторов.		4	10
28	Гидродинамические муфты и гидротрансформаторы. Конструирование и основные эксплуатационные показатели.		4	10
Итого за 6-й семестр:			120	288
7-й семестр				
1	Расчёт проточной части центробежного насоса	Выполнение курсовой работы	36	36
Итого за 6-й семестр:			36	36
Итого:			156	324

4.7. Курсовые проекты. Учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы на тему «Расчёт проточной части центробежного насоса». Структура курсовой работы:

1. Определение быстроходности насоса, выбор расчётной методики.
2. Расчёт основных размеров входа и выхода центробежного лопастного колеса.
3. Профилирование рабочего колеса центробежного насоса в меридианном сечении.
4. Профилирование лопасти рабочего колеса центробежного насоса.
5. Расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Лопастные гидромашины и гидропередачи» используются следующие образовательные технологии:

Традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов;

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов, конспектов, методических указаний в электронной форме;

Технологии проблемного обучения в рамках разбора проблемных ситуаций;

Работа в команде: совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

- а) основная литература:

1. Васильев Ю.С., Машиностроение. Гидравлические машины, агрегаты и установки. Т. IV-20 / Ю.С. Васильев, В.А. Умов, Ю.М. Исаев и др.; Под ред. Ю.С. Васильева - М.: Машиностроение, 2015. - 584 с. - ISBN 978-5-94275-795-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942757953.html>

2. Дячек П.И., Насосы, вентиляторы, компрессоры : Учебное пособие / Дячек П.И. - М. : Издательство АСВ, 2013. - 432 с. - ISBN 978-5-93093-784-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937848.html>

б) дополнительная литература:

1. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. — М.: Энергоатомиздат, 1984.—416 с.

2. Михайлов А.К. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование. / Михайлов А.К., Малюшенко В.В. М.: Машиностроение, 1977. - 288 с.

3. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы . - М.: Машиностроение, 1966. – 364 с.

4. Гавриленко Б.А. Гидродинамические передачи.: Проектирование, изготовление и эксплуатация./ Гавриленко Б.А. Семичастнов И.Ф.- М.: Машиностроение, 1980.—224 с.

в) методические указания:

1. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Лопастные гидромашин и гидropередачи» Сост.: Бугаенко В. В. Луганск, ЛНУ им. В. Даля, 2015. – 25 с.

2. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Лопастные гидромашин и гидropередачи» «Расчёт проточной части центробежного насоса» (для студентов, обучающихся по направлению «Энергетическое машиностроение», специальность «Гидравлическая, вакуумная и компрессорная техника») / Сост. : Бугаенко В. В. – Луганск: изд-во ЛНУ, 2015. – 28 с.

3. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Лопастные гидромашин и гидropередачи» «Расчёт проточной части осевого насоса» (для студентов, обучающихся по направлению «Энергетическое машиностроение», специальность «Гидравлическая, вакуумная и компрессорная техника») / Сост. : Бугаенко В. В. – Луганск: изд-во ЛНУ, 2015. – 33 с.

в) Интернет-ресурсы:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942757953.html>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются презентационная техника, наглядные пособия, плакаты, лабораторные установки, демонстрационные приборы.

Лекционные занятия: компьютер, проектор, экран, наглядные пособия.

Практические занятия: компьютер, проектор, экран, наглядные пособия, методические материалы.

Лабораторные занятия: лаборатория лопастных гидромашин, оснащённая лабораторными установками (лабораторная установка по энергетическим испытаниям центробежного насоса, лабораторная установка по кавитационным испытаниям центробежного насоса, лабораторная установка по испытаниям

центробежного вентилятора, лабораторная установка по испытаниям осевого вентилятора, лабораторная установка по энергетическим испытаниям гидродинамической муфты).

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Лопастные гидромашины и гидропередачи»

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Лопастные гидромашины и гидропередачи»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-2. Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения.	Пороговый	Знать: современные энергетические технологии и технологии проектирования лопастных гидромашин, гидропередач и насосных установок.
		Базовый	Уметь: формулировать принципы построения, лопастных гидромашин, гидропередач и насосных установок.
		Высокий	Владеть: навыками представления и защиты результатов проектирования лопастных гидромашин, гидропередач и насосных установок.
Основной			
Заключительный			

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)

					ния)
1	ПК-2	ПК-2. Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-2.1. Знать современные энергетические технологии и технологии проектирования объектов энергетического машиностроения, основные ГОСТы и стандарты применительно к проектированию объектов энергетического машиностроения	<p>Тема 1. Лопастные гидромашины. Общие сведения, классификация лопастных гидромашин, области их применения.</p> <p>Тема 2. Основы теории лопастных гидромашин. Основные параметры, характеризующие рабочий процесс. Кинематика потока в рабочем колесе центробежного насоса.</p> <p>Тема 3. Уравнение работы насоса. Критерии подобия насосов. Безразмерные коэффициенты.</p> <p>Тема 4. Физическая природа и проявление кавитации. Высота всасывания и кавитационный запас. Пути исключения и ослабления кавитации.</p> <p>Тема 5. Характеристики насосов. Построение напорной характеристики насоса расчётным способом. Виды характеристик насосов. Форма напорной характеристики насоса. Пути получения стабильной формы напорной характеристики.</p> <p>Тема 6. Совместная работа насоса и его внешней сети. Устойчивость работы насоса в системе. Явление помпажа. Способы предотвращения помпажа.</p> <p>Тема 7. Регулирование работы насоса. Способы регулирования. Регулирование воздействием на сеть. Регулирование воздействием на насос. Совместная работа насосов на общую сеть. Параллельное и последовательное соединение насосов. Характеристики насосов при их параллельном и последовательном соединении.</p> <p>Тема 8. Радиальные вентиляторы. Конструктивное исполнение радиальных вентиляторов. Основы теории радиальных вентиляторов. Уравнения, описывающие рабочий процесс радиального вентилятора.</p> <p>Тема 9. Геометрические и аэродинамические характеристики рабочего колеса вентилятора. Влияние геометрических харак-</p>	6, 7,

				<p>теристик рабочего колеса на давление развиваемое вентилятором.</p> <p>Тема 10. Характеристики вентиляторов. Работа центробежных вентиляторов на сеть.</p> <p>Тема 11. Общая характеристика осевых вентиляторов. Кинематика потока в осевом вентиляторе. Основные уравнения теории осевых вентиляторов.</p> <p>Тема 12. Мощность и КПД осевого вентилятора. Характеристики осевых вентиляторов.</p> <p>Тема 13. Гидродинамические передачи. Принципиальная конструктивная схема и характеристика гидромуфт. Основное уравнение гидромуфт. Коэффициент полезного действия гидромуфт.</p> <p>Тема 14. Гидротрансформаторы. Конструкция, принцип действия и характеристики гидротрансформаторов. Комплексные гидротрансформаторы.</p> <p>Тема 15. Элементарная теория и расчёт центробежного лопастного колеса. Расчёт основных размеров входа и выхода центробежного лопастного колеса.</p> <p>Тема 16. Профилирование рабочего колеса центробежного насоса в меридианном сечении.</p> <p>Тема 17. Профилирование цилиндрической лопасти рабочего колеса центробежного насоса.</p> <p>Тема 18. Конструкции и назначение отводов центробежных насосов. Теория и расчёт проточной части корпуса центробежного насоса.</p> <p>Тема 19. Проверочный расчёт спирального отвода центробежного насоса.</p> <p>Тема 20. Расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.</p> <p>Тема 21. Конструктивные формы осевых насосов. Форма потока в рабочем колесе осевого насоса. Уравнение работы осевого насоса.</p> <p>Тема 22. Определение основных размеров рабочего колеса. Про-</p>	
--	--	--	--	---	--

			<p>филирование лопастей колёс осевых насосов.</p> <p>Тема 23. Конструирование валов центробежных насосов. Основные требования. «Жёсткие» и «гибкие» валы. Влияние гидродинамических сил на величину критической частоты вращения вала.</p> <p>Тема 24. Расчёт вала на статическую прочность и выносливость.</p> <p>Тема 25. Определение сил, которые действуют на лопасть колеса осевого насоса. Расчёт величины напряжения в корневом сечении лопасти.</p> <p>Тема 26. Конструирование и расчёт проточной части радиальных вентиляторов. Определение размеров элементов входа и выхода рабочего колеса. Определение углов установки лопастей на входе и выходе рабочего колеса.</p> <p>Тема 27. Конструирование и расчёт проточной части осевых вентиляторов. Определение геометрических размеров проточной части осевого вентилятора.</p> <p>Тема 28. Гидродинамические муфты и гидротрансформаторы. Конструирование и основные эксплуатационные показатели. Конструктивные способы снижения крутящего момента на валу гидромуфты при максимальном скольжении.</p>		
		<p>ПК-2.2. Уметь формулировать принципы построения, физические основы построения объектов энергетического машиностроения и систем на их основе.</p>	<p>Тема 1. Лопастные гидромашины. Общие сведения, классификация лопастных гидромашин, области их применения.</p> <p>Тема 2. Основы теории лопастных гидромашин. Основные параметры, характеризующие рабочий процесс. Кинематика потока в рабочем колесе центробежного насоса.</p> <p>Тема 3. Уравнение работы насоса. Критерии подобия насосов. Безразмерные коэффициенты.</p> <p>Тема 4. Физическая природа и проявление кавитации. Высота всасывания и кавитационный запас. Пути исключения и ослабления кавитации.</p>		<p>6, 7</p>

				<p>Тема 5. Характеристики насосов. Построение напорной характеристики насоса расчётным способом. Виды характеристик насосов. Форма напорной характеристики насоса. Пути получения стабильной формы напорной характеристики.</p> <p>Тема 6. Совместная работа насоса и его внешней сети. Устойчивость работы насоса в системе. Явление помпажа. Способы предотвращения помпажа.</p> <p>Тема 7. Регулирование работы насоса. Способы регулирования. Регулирование воздействием на сеть. Регулирование воздействием на насос. Совместная работа насосов на общую сеть. Параллельное и последовательное соединение насосов. Характеристики насосов при их параллельном и последовательном соединении.</p> <p>Тема 8. Радиальные вентиляторы. Конструктивное исполнение радиальных вентиляторов. Основы теории радиальных вентиляторов. Уравнения, описывающие рабочий процесс радиального вентилятора.</p> <p>Тема 9. Геометрические и аэродинамические характеристики рабочего колеса вентилятора. Влияние геометрических характеристик рабочего колеса на давление развиваемое вентилятором.</p> <p>Тема 10. Характеристики вентиляторов. Работа центробежных вентиляторов на сеть.</p> <p>Тема 11. Общая характеристика осевых вентиляторов. Кинематика потока в осевом вентиляторе. Основные уравнения теории осевых вентиляторов.</p> <p>Тема 12. Мощность и КПД осевого вентилятора. Характеристики осевых вентиляторов.</p> <p>Тема 13. Гидродинамические передачи. Принципиальная конструктивная схема и характеристика гидромуфт. Основное уравнение гидромуфт. Коэффициент полезного действия гид-</p>	
--	--	--	--	--	--

				<p>ромуфт.</p> <p>Тема 14. Гидротрансформаторы. Конструкция, принцип действия и характеристики гидротрансформаторов. Комплексные гидротрансформаторы.</p> <p>Тема 15. Элементарная теория и расчёт центробежного лопастного колеса. Расчёт основных размеров входа и выхода центробежного лопастного колеса.</p> <p>Тема 16. Профилирование рабочего колеса центробежного насоса в меридианном сечении.</p> <p>Тема 17. Профилирование цилиндрической лопасти рабочего колеса центробежного насоса.</p> <p>Тема 18. Конструкции и назначение отводов центробежных насосов. Теория и расчёт проточной части корпуса центробежного насоса.</p> <p>Тема 19. Проверочный расчёт спирального отвода центробежного насоса.</p> <p>Тема 20. Расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.</p> <p>Тема 21. Конструктивные формы осевых насосов. Форма потока в рабочем колесе осевого насоса. Уравнение работы осевого насоса.</p> <p>Тема 22. Определение основных размеров рабочего колеса. Профилирование лопастей колёс осевых насосов.</p> <p>Тема 23. Конструирование валов центробежных насосов. Основные требования. «Жёсткие» и «гибкие» валы. Влияние гидродинамических сил на величину критической частоты вращения вала.</p> <p>Тема 24. Расчёт вала на статическую прочность и выносливость.</p> <p>Тема 25. Определение сил, которые действуют на лопасть колеса осевого насоса. Расчёт величины напряжения в корневом сечении лопасти.</p> <p>Тема 26. Конструирование и расчёт проточной части радиальных вентиляторов. Определение раз-</p>	
--	--	--	--	--	--

				<p>меров элементов входа и выхода рабочего колеса. Определение углов установки лопастей на входе и выходе рабочего колеса.</p> <p>Тема 27. Конструирование и расчёт проточной части осевых вентиляторов. Определение геометрических размеров проточной части осевого вентилятора.</p> <p>Тема 28. Гидродинамические муфты и гидротрансформаторы. Конструирование и основные эксплуатационные показатели. Конструктивные способы снижения крутящего момента на валу гидромуфты при максимальном скольжении.</p>	
		<p>ПК-2.3. Владеть навыками представления и защиты результатов проектной деятельности, оформления технической документации в соответствии с ГОСТами и стандартами энергетического машиностроения.</p>		<p>Тема 1. Лопастные гидромашины. Общие сведения, классификация лопастных гидромашин, области их применения.</p> <p>Тема 2. Основы теории лопастных гидромашин. Основные параметры, характеризующие рабочий процесс. Кинематика потока в рабочем колесе центробежного насоса.</p> <p>Тема 3. Уравнение работы насоса. Критерии подобия насосов. Безразмерные коэффициенты.</p> <p>Тема 4. Физическая природа и проявление кавитации. Высота всасывания и кавитационный запас. Пути исключения и ослабления кавитации.</p> <p>Тема 5. Характеристики насосов. Построение напорной характеристики насоса расчётным способом. Виды характеристик насосов. Форма напорной характеристики насоса. Пути получения стабильной формы напорной характеристики.</p> <p>Тема 6. Совместная работа насоса и его внешней сети. Устойчивость работы насоса в системе. Явление помпажа. Способы предотвращения помпажа.</p> <p>Тема 7. Регулирование работы насоса. Способы регулирования. Регулирование воздействием на сеть. Регулирование воздействием на насос. Совместная работа насосов на общую сеть. Парал-</p>	<p>6, 7</p>

				<p>лельное и последовательное со- единение насосов. Характери- стики насосов при их параллель- ном и последовательном соеди- нении.</p> <p>Тема 8. Радиальные вентилято- ры. Конструктивное исполнение радиальных вентиляторов. Осно- вы теории радиальных вентиля- торов. Уравнения, описывающие рабочий процесс радиального вентилятора.</p> <p>Тема 9. Геометрические и аэро- динамические характеристики рабочего колеса вентилятора. Влияние геометрических харак- теристик рабочего колеса на дав- ление развиваемое вентилятором.</p> <p>Тема 10. Характеристики венти- ляторов. Работа центробежных вентиляторов на сеть.</p> <p>Тема 11. Общая характеристика осевых вентиляторов. Кинемати- ка потока в осевом вентиляторе. Основные уравнения теории осе- вых вентиляторов.</p> <p>Тема 12. Мощность и КПД осе- вого вентилятора. Характеристи- ки осевых вентиляторов.</p> <p>Тема 13. Гидродинамические пе- редачи. Принципиальная кон- структивная схема и характери- стика гидромуфт. Основное уравнение гидромуфт. Коэффи- циент полезного действия гид- ромуфт.</p> <p>Тема 14. Гидротрансформаторы. Конструкция, принцип действия и характеристики гидротранс- форматоров. Комплексные гид- ротрансформаторы.</p> <p>Тема 15. Элементарная теория и расчёт центробежного лопастно- го колеса. Расчёт основных раз- меров входа и выхода центро- бежного лопастного колеса.</p> <p>Тема 16. Профилирование рабо- чего колеса центробежного насо- са в меридианном сечении.</p> <p>Тема 17. Профилирование ци- линдрической лопасти рабочего колеса центробежного насоса.</p> <p>Тема 18. Конструкции и назначе- ние отводов центробежных насо-</p>
--	--	--	--	---

				<p>сов. Теория и расчёт проточной части корпуса центробежного насоса.</p> <p>Тема 19. Проверочный расчёт спирального отвода центробежного насоса.</p> <p>Тема 20. Расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.</p> <p>Тема 21. Конструктивные формы осевых насосов. Форма потока в рабочем колесе осевого насоса. Уравнение работы осевого насоса.</p> <p>Тема 22. Определение основных размеров рабочего колеса. Профилирование лопастей колёс осевых насосов.</p> <p>Тема 23. Конструирование валов центробежных насосов. Основные требования. «Жёсткие» и «гибкие» валы. Влияние гидродинамических сил на величину критической частоты вращения вала.</p> <p>Тема 24. Расчёт вала на статическую прочность и выносливость.</p> <p>Тема 25. Определение сил, которые действуют на лопасть колеса осевого насоса. Расчёт величины напряжения в корневом сечении лопасти.</p> <p>Тема 26. Конструирование и расчёт проточной части радиальных вентиляторов. Определение размеров элементов входа и выхода рабочего колеса. Определение углов установки лопастей на входе и выходе рабочего колеса.</p> <p>Тема 27. Конструирование и расчёт проточной части осевых вентиляторов. Определение геометрических размеров проточной части осевого вентилятора.</p> <p>Тема 28. Гидродинамические муфты и гидротрансформаторы. Конструирование и основные эксплуатационные показатели. Конструктивные способы снижения крутящего момента на валу гидромуфты при максимальном скольжении.</p>	
--	--	--	--	---	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-2	ПК-2.1. Знать современные энергетические технологии и технологии проектирования объектов энергетического машиностроения, основные ГОСТы и стандарты применительно к проектированию объектов энергетического машиностроения.	Знать: современные энергетические технологии и технологии проектирования лопастных гидромашин, лопастных гидропередач и насосных установок.	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14, Тема 15, Тема 16, Тема 17, Тема 18, Тема 19, Тема 20, Тема 21, Тема 22, Тема 23, Тема 24, Тема 25, Тема 26, Тема 27, Тема 28.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, рефераты, экзамен.
		ПК-2.2. Уметь формулировать принципы построения, физические основы построения объектов энергетического машиностроения и систем на их основе.	Уметь: формулировать принципы построения, физические основы построения лопастных гидромашин, лопастных гидропередач и насосных установок.	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14, Тема 15.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, рефераты, экзамен.

				Тема 16, Тема 17, Тема 18, Тема 19, Тема 20, Тема 21, Тема 22, Тема 23, Тема 24, Тема 25 Тема 26, Тема 27. Тема 28.	
		ПК-2.3. Владеть навыками представления и защиты результатов проектной деятельности, оформления технической документации в соответствии с ГОСТами и стандартами энергетического машиностроения	Владеть: навыками представления и защиты результатов проектирования лопастных гидромашин, лопастных гидрорепердач и насосных установок.	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12 Тема 13, Тема 14. Тема 15. Тема 16, Тема 17, Тема 18, Тема 19, Тема 20, Тема 21, Тема 22, Тема 23, Тема 24, Тема 25 Тема 26, Тема 27. Тема 28.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, рефераты, экзамен.

Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):

1. 1. Общие сведения, классификация гидродинамических машин, области их применения.
2. Основные параметры, которыми характеризуется работа гидродинамических машин.
3. Кинематика потока в рабочем колесе центробежного насоса.
4. Уравнение работы насоса.

5. Критерии подобия насосов. Безразмерные коэффициенты.
6. Физическая природа и проявление кавитации.
7. Высота всасывания и кавитационный запас. Пути исключения и ослабления кавитации.
8. Характеристики насосов. Построение напорной характеристики насоса расчётным способом.
9. Виды характеристик насосов.
10. Форма напорной характеристики насоса. Пути получения стабильной формы напорной характеристики.
11. Совместная работа насоса и его внешней сети.
12. Устойчивость работы насоса в системе. Явление помпажа.
13. Регулирование работы насоса.
14. Совместная работа насосов на общую сеть.
15. Радиальные вентиляторы. Конструктивное исполнение радиальных вентиляторов.
16. Основы теории радиальных вентиляторов.
17. Геометрические и аэродинамические характеристики рабочего колеса вентилятора.
18. Влияние геометрических характеристик рабочего колеса на давление вентилятора.
19. Характеристики вентиляторов.
20. Работа центробежных вентиляторов на сеть.
21. Общая характеристика осевых вентиляторов. Основные уравнения теории осевых вентиляторов.
22. Мощность и КПД осевого вентилятора.
23. Характеристики осевых вентиляторов.
24. Гидродинамические передачи. Принципиальная конструктивная схема и характеристика гидромуфт.
25. Основное уравнение гидромуфт.
26. Коэффициент полезного действия гидромуфт.
27. Гидротрансформаторы. Конструкция, принцип действия и характеристики гидротрансформаторов.
28. Комплексные гидротрансформаторы.
29. Элементарная теория и расчёт центробежного лопастного колеса. Расчёт основных размеров входа и выхода центробежного лопастного колеса.
30. Профилирование рабочего колеса центробежного насоса в меридианном сечении.
31. Профилирование цилиндрической лопасти рабочего колеса центробежного насоса.
32. Конструкции и назначение отводов центробежных насосов.
33. Теория и расчёт проточной части корпуса центробежного насоса.
34. Проверочный расчёт спирального отвода центробежного насоса.
35. Расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.
36. Конструктивные формы осевых насосов.

37. Форма потока в рабочем колесе осевого насоса.
38. Определение основных размеров и профилирование лопастей колёс осевых насосов.
39. Конструирование валов центробежных насосов. Основные требования.
40. «Жёсткие» и «гибкие» валы. Влияние гидродинамических сил на величину критической частоты вращения вала.
41. Расчёт вала на статическую прочность и выносливость.
42. Определение сил, которые действуют на лопасть колеса осевого насоса, расчёт величины напряжения в корневом сечении лопасти.
43. Конструирование и расчёт проточной части радиальных вентиляторов.
44. Конструирование и расчёт проточной части осевых вентиляторов.
45. Гидродинамические муфты и гидротрансформаторы.
46. Основные эксплуатационные показатели гидродинамических муфт и гидротрансформаторов.

1. Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задания по практическим занятиям:

1. Осуществить выбор насоса для гидросистемы в соответствии с заданием.
2. Определить допустимую высоту всасывания центробежного насоса в соответствии с заданием.
3. Рассчитать параметры работы насоса при регулировании дросселированием и изменением частоты вращения рабочего колеса.
4. Рассчитать параметры работы насосов при их параллельной работе на сеть.
5. Рассчитать параметры работы насосов при их последовательном включении.
6. Осуществить выбор вентилятора для сети в соответствии с заданием.
7. Выполнить расчёт основных размеров входа и выхода центробежного лопастного колеса.

8. Выполнить профилирование цилиндрической лопасти рабочего колеса центробежного насоса.
9. Выполнить расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.
10. Определить основные размеры и выполнить профилирование лопастей рабочего колеса осевого насоса.
11. Выполнить расчёт проточной части радиального вентилятора.
12. Выполнить расчёт проточной части осевого вентилятора.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
задания по практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Лабораторные работы

- Тема 1. Энергетические испытания центробежного насоса.
Тема 2. Кавитационные испытания центробежного насоса.
Тема 3. Испытания центробежного вентилятора.
Тема 4. Испытания осевого вентилятора.
Тема 5. Испытание гидромфты.
Тема 6. Изучение конструкции комплексного гидротрансформатора.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
Лабораторные работы

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне. Студент в полном объеме выполнил задание по лабораторной работе (произвёл необходимые измерения и обработал полученные данные, обосновал полученные результаты) привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)

Темы рефератов:

- Тема 1. Общие сведения, классификация гидродинамических машин, области их применения.
- Тема 2. Основы теории гидродинамических машин. Основные параметры. Кинематика потока в рабочем колесе центробежного насоса.
- Тема 3. Уравнение работы насоса. Критерии подобия насосов. Безразмерные коэффициенты.
- Тема 4. Физическая природа и проявление кавитации. Высота всасывания и кавитационный запас. Пути исключения и ослабления кавитации.
- Тема 5. Характеристики насосов. Построение напорной характеристики насоса расчётным способом. Виды характеристик насосов. Форма напорной характеристики насоса. Пути получения стабильной формы напорной характеристики.
- Тема 6. Совместная работа насоса и его внешней сети. Устойчивость работы насоса в системе. Явление помпажа.
- Тема 7. Регулирование работы насоса. Совместная работа насосов на общую сеть.
- Тема 8. Радиальные вентиляторы. Конструктивное исполнение радиальных вентиляторов. Основы теории радиальных вентиляторов.
- Тема 9. Геометрические и аэродинамические характеристики рабочего колеса вентилятора. Влияние геометрических характеристик рабочего колеса на давление вентилятора.
- Тема 10. Характеристики вентиляторов. Работа центробежных вентиляторов на сеть.
- Тема 11. Общая характеристика осевых вентиляторов. Основные уравнения теории осевых вентиляторов.
- Тема 12. Мощность и КПД осевого вентилятора. Характеристики осевых вентиляторов.
- Тема 13. Гидродинамические передачи. Принципиальная конструктивная схема и характеристика гидромуфт. Основное уравнение гидромуфт. Коэффициент полезного действия гидромуфт.
- Тема 14. Гидротрансформаторы. Конструкция, принцип действия и характеристики гидротрансформаторов. Комплексные гидротрансформаторы.
- Тема 15. Элементарная теория и расчёт центробежного лопастного колеса. Расчёт основных размеров входа и выхода центробежного лопастного колеса.
- Тема 16. Профилирование рабочего колеса центробежного насоса в меридианном сечении.
- Тема 17. Профилирование цилиндрической лопасти рабочего колеса центробежного насоса.

Тема 18. Конструкции и назначение отводов центробежных насосов. Теория и расчёт проточной части корпуса центробежного насоса.

Тема 19. Проверочный расчёт спирального отвода центробежного насоса.

Тема 20. Расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.

Тема 21. Конструктивные формы осевых насосов. Форма потока в рабочем колесе осевого насоса.

Тема 22. Определение основных размеров и профилирование лопастей колёс осевых насосов.

Тема 23. Конструирование валов центробежных насосов. Основные требования. «Жёсткие» и «гибкие» валы. Влияние гидродинамических сил на величину критической частоты вращения вала.

Тема 24. Расчёт вала на статическую прочность и выносливость.

Тема 25. Определение сил, которые действуют на лопасть колеса осевого насоса, расчёт величины напряжения в корневом сечении лопасти.

Тема 26. Конструирование и расчёт проточной части радиальных вентиляторов.

Тема 27. Конструирование и расчёт проточной части осевых вентиляторов.

Тема 28. Гидродинамические муфты и гидротрансформаторы. Конструирование и основные эксплуатационные показатели.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *реферат*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Тема и задание курсовой работы:

Тема: «Расчёт проточной части центробежного насоса».

Структура курсовой работы:

1. Определение быстроходности насоса, выбор расчётной методики.
2. Расчёт основных размеров входа и выхода центробежного лопастного ко-

леса.

3. Профилирование рабочего колеса центробежного насоса в меридианном сечении.
4. Профилирование цилиндрической лопасти рабочего колеса центробежного насоса.
5. Расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
курсовой проект

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	В курсовой работе содержание соответствует заявленной теме; в полном объеме раскрыты вопросы теоретической и практической части работы; отсутствуют ошибки, неточности, несоответствия в изложении разделов; сделаны верные выводы; высокое качество оформления; представление курсовой работы в указанные сроки; уверенная защита.
4	В курсовой работе содержание соответствует заявленной теме; наличие небольших неточностей в изложении теоретического или практического разделов; верные выводы; хорошее качество оформления; представление курсовой работы в указанные сроки.
3	В курсовой работе содержание соответствует заявленной теме; недостаточно полно раскрыты вопросы теоретической или практической части; наличие ошибок и неточностей в изложении теоретического или практического разделов; недостаточно глубокий анализ результатов; небрежное оформление; представление курсовой работы в поздние сроки; ошибки и неточности в ходе защиты.
2	В курсовой работе содержание не соответствует заявленной теме; не раскрыты вопросы теоретической или практической части; наличие грубых ошибок в изложении теоретического или практического разделов; отсутствие анализа результатов; низкое качество оформления; представление в поздние сроки; грубые ошибки в ходе защиты.

Вопросы к экзамену:

1. Общие сведения, классификация гидродинамических машин, области их применения.
2. Основные параметры, которыми характеризуется работа гидродинамических машин.
3. Кинематика потока в рабочем колесе центробежного насоса.
4. Уравнение работы насоса.
5. Критерии подобия насосов. Безразмерные коэффициенты.
6. Физическая природа и проявление кавитации.
7. Высота всасывания и кавитационный запас. Пути исключения и ослабления кавитации.
8. Характеристики насосов. Построение напорной характеристики насоса расчётным способом.
9. Виды характеристик насосов.
10. Форма напорной характеристики насоса. Пути получения стабильной формы напорной характеристики.

11. Совместная работа насоса и его внешней сети.
12. Устойчивость работы насоса в системе. Явление помпажа.
13. Регулирование работы насоса.
14. Совместная работа насосов на общую сеть.
15. Радиальные вентиляторы. Конструктивное исполнение радиальных вентиляторов.
16. Основы теории радиальных вентиляторов.
17. Геометрические и аэродинамические характеристики рабочего колеса вентилятора.
18. Влияние геометрических характеристик рабочего колеса на давление вентилятора.
19. Характеристики вентиляторов.
20. Работа центробежных вентиляторов на сеть.
21. Общая характеристика осевых вентиляторов. Основные уравнения теории осевых вентиляторов.
22. Мощность и КПД осевого вентилятора.
23. Характеристики осевых вентиляторов.
24. Гидродинамические передачи. Принципиальная конструктивная схема и характеристика гидромуфт.
25. Основное уравнение гидромуфт.
26. Коэффициент полезного действия гидромуфт.
27. Гидротрансформаторы. Конструкция, принцип действия и характеристики гидротрансформаторов.
28. Комплексные гидротрансформаторы.
29. Элементарная теория и расчёт центробежного лопастного колеса. Расчёт основных размеров входа и выхода центробежного лопастного колеса.
30. Профилирование рабочего колеса центробежного насоса в меридианном сечении.
31. Профилирование цилиндрической лопасти рабочего колеса центробежного насоса.
32. Конструкции и назначение отводов центробежных насосов.
33. Теория и расчёт проточной части корпуса центробежного насоса.
34. Проверочный расчёт спирального отвода центробежного насоса.
35. Расчёт спирального отвода центробежного насоса произвольного сечения.
36. Конструктивные формы осевых насосов.
37. Форма потока в рабочем колесе осевого насоса.
38. Определение основных размеров и профилирование лопастей колёс осевых насосов.
39. Конструирование валов центробежных насосов. Основные требования.
40. «Жёсткие» и «гибкие» валы. Влияние гидродинамических сил на величину критической частоты вращения вала.
41. Расчёт вала на статическую прочность и выносливость.

42. Определение сил, которые действуют на лопасть колеса осевого насоса, расчёт величины напряжения в корневом сечении лопасти.
43. Конструирование и расчёт проточной части радиальных вентиляторов.
44. Конструирование и расчёт проточной части осевых вентиляторов.
45. Гидродинамические муфты и гидротрансформаторы.
46. Основные эксплуатационные показатели гидродинамических муфт и гидротрансформаторов.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			