

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

|  |   |
|--|---|
| <b>Б1.В.ДВ.01.01</b><br><i>(индекс дисциплины)</i> | <b>Энергетические насосы в теплоэнергетических системах</b><br><i>(Наименование дисциплины)</i> |
| Кафедра: <b>21</b><br><i>Код</i>                   | Теплосиловых установок и тепловых двигателей<br><i>(Наименование кафедры)</i>                   |
| 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                    | <b>144</b>     |                        | <b>144</b>        |
|   | Аудиторные занятия       | <b>54</b>      |                        | <b>16</b>         |
|   | Лекции                   | 18             |                        | 6                 |
|   | Лабораторные занятия     |                |                        |                   |
|   | Практические занятия     | 36             |                        | 10                |
|   | Самостоятельная работа   | <b>90</b>      |                        | <b>124</b>        |
|   | Промежуточная аттестация |                |                        | <b>4</b>          |
| Формы контроля по семестрам (номер семестра)  | Экзамен                  |                |                        |                   |
|   | Зачет                    | 5              |                        | 9                 |
|   | Контрольная работа       |                |                        | 9                 |
|   |                          |                |                        |                   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>   |                          | <b>4</b>       |                        | <b>4</b>          |

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

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

На основании учебных планов № b130301-3\_20  
z130301-3\_20

Кафедра-разработчик: Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Заведующий кафедрой: Злобин В.Г.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Теплосиловых установок и тепловых двигателей (ТСУ и ТД)  
Промышленной теплоэнергетики (ПТЭ)

Заведующий кафедрой: ТСУ и ТД Злобин В.Г.  
ПТЭ Смородин С.Н.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 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 |
|--|---|-------------------|
| ПК-10  | готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов |                   |
| <b>Планируемые результаты обучения</b><br>Знать:<br>1) конструктивные особенности и принципы работы энергетических насосов.<br>Уметь:<br>1) проводить оценку и анализ физических процессов, протекающих в энергетических насосах;<br>2) анализировать современное состояние и перспективы развития энергетических насосов.<br>Владеть:<br>1) умением выбора экономичных режимов работы энергетических насосов. |   |                   |

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

- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-10)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля   | Выделяемое время (часы) |                       |                  |
|--|-------------------------|-----------------------|------------------|
|  | очное обучение          | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| <b>Учебный модуль 1. Центробежные насосы.</b>  |                         |                       |                  |
| 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. | 16                      |                       | 16               |
| Тема 2. Основы теории центробежных насосов. Конструктивная схема, параллелограмм скоростей, уравнение Эйлера, характеристики центробежных насосов, подобие центробежных насосов.   | 18                      |                       | 20               |

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля  | Выделяемое время (часы) |                       |                  |
|---|-------------------------|-----------------------|------------------|
|   | очное обучение          | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| <b>Текущий контроль 1.</b> (индивидуальная задача 1)  | 2                       |                       | -                |
| <b>Учебный модуль 2.</b> Центробежные насосы (эксплуатация).  |                         |                       |                  |
| Тема 3. Основы эксплуатации центробежных насосов.<br>Пуск и остановка, работа на сеть, регулирование, осевое усилие, многоступенчатые и многопоточные насосы.   | 10                      |                       | 10               |
| Тема 4. Конструкции и характеристики центробежных насосов.<br>Насосы для промышленности: для чистой воды, для химически активных жидкостей, для подачи смесей жидкостей и твердых частиц. Насосы для теплоэнергетики: питательные, конденсатные, циркуляционные, сетевые.   | 10                      |                       | 10               |
| Тема 5. Высота всасывания насосов и явление кавитации.<br>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. | 16                      |                       | 16               |
| <b>Текущий контроль 2.</b> (индивидуальная задача 2)  | 2                       |                       | -                |
| <b>Учебный модуль 3.</b> Осевые насосы.   |                         |                       |                  |
| Тема 6. Осевые насосы.<br>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.  | 18                      |                       | 18               |
| Тема 7. Основные характеристики осевых насосов.<br>Потери энергии, КПД, многоступенчатые осевые насосы, характеристики, регулирование подачи.   | 14                      |                       | 18               |
| <b>Текущий контроль 3.</b> (опрос)  | 2                       |                       | -                |
| <b>Учебный модуль 4.</b> Объемные насосы.   |                         |                       |                  |
| Тема 8. Поршневые насосы.<br>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.  | 15                      |                       | 8                |
| Тема 9. Роторные насосы.<br>Шестеренные насосы, пластинчатые (шиберные) насосы, аксиально-поршневые насосы, радиально-поршневые насосы, винтовые насосы, неравномерность подачи, мощность и КПД, характеристики, регулирование подачи.  | 15                      |                       | 8                |
| <b>Текущий контроль 4.</b> (опрос)  | 2                       |                       | -                |
| <b>Текущий контроль</b> (контрольная работа)  | -                       |                       | 16               |
| <b>Промежуточная аттестация</b> (зачет)   | 4                       |                       | 4                |
| <b>ВСЕГО:</b>   | <b>144</b>              |                       | <b>144</b>       |

### 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                    | 5              | 2            |                       |              | 9                | 2            |
| 2                    | 5              | 2            |                       |              | 9                | 2            |
| 3                    | 5              | 2            |                       |              | -                | -            |
| 4                    | 5              | 2            |                       |              | -                | -            |
| 5                    | 5              | 2            |                       |              | 9                | 2            |
| 6                    | 5              | 2            |                       |              | -                | -            |
| 7                    | 5              | 2            |                       |              | 9                | -            |
| 8                    | 5              | 2            |                       |              | -                | -            |
| 9                    | 5              | 2            |                       |              | -                | -            |

| Номера изучаемых тем | Очное обучение |              | Очно-заочное обучение |              | Заочное обучение |              |
|----------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
|                      | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра        | Объем (часы) | Номер семестра   | Объем (часы) |
| <b>ВСЕГО:</b>        |                | <b>18</b>    |                       |              |                  | <b>6</b>     |

### 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 однопоршневого насоса | 5              | 12           |                       |              | 9                | 10           |
| 5                    | Расчет максимальной высоты всасывания                         | 5              | 12           |                       |              | -                | -            |
| 6                    | Эксплуатация осевых насосов                                   | 5              | 12           |                       |              | -                | -            |
| <b>ВСЕГО:</b>        |   | <b>36</b>      |              |                       |              | <b>10</b>        |              |

### 3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

## 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  | индивидуальная задача 1 | 5              | 1      |                       |        | -                | -      |
| 2  | индивидуальная задача 2 | 5              | 1      |                       |        | -                | -      |
| 3,4  | опрос                   | 5              | 2      |                       |        | -                | -      |
| 1-4  | 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        | 5              | 40           |                       |              | 9                | 44           |
| Подготовка к практическим занятиям       | 5              | 46           |                       |              | 9                | 64           |
| Выполнение контрольной работы            |                | -            |                       |              | 9                | 16           |
| Подготовка к зачету                      | 5              | 4            |                       |              | 9                | 4            |
| <b>ВСЕГО:</b>                            |                | <b>90</b>    |                       |              |                  | <b>128</b>   |

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрены

### 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/29784>.— 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](mailto:publish@mpei.ru), [publish@mpei-publishers.ru](http://publish@mpei-publishers.ru).
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПбГУПТД: [http://nizrp.narod.ru/ebmu\\_m.htm](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  | <p>Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.</p> <p>Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.</p> <p>Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.</p> |
| Практические занятия                                      | <p>Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана</p>   |

|   |   |
|---|---|
| Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся | Организация деятельности обучающегося   |
|   | <p>основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.</p> <p>Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.</p> <p>В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.</p>  |
| Самостоятельная работа                                    | <p>Важным условием успешного освоения дисциплины является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.</p> <p>При выполнении контрольной работы необходимо изучить научную, учебную, нормативную и др. литературу. Отобрать необходимый материал; провести практические расчеты по теме, сформулировать выводы.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо проработать, рекомендуемую литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритмы ответов на вопросы по зачету, продумать ответы на возможные дополнительные вопросы преподавателя.</p> |

## 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<br>(этап освоения) | Показатели оценивания компетенций   | Наименование оценочного средства                         | Представление оценочного средства в фонде                    |
|------------------------------------|---|--|--|
| ПК-10                              | 1. Излагает современное состояние и перспективы развития нагнетателей.<br>2. Демонстрирует определение возможности выбора экономичных режимов ра- | 1. Устное собеседование<br>2. Типовое практическое зада- | 1. Перечень вопросов к зачету (41 вопрос)<br>2. Практические |

|                                    |   |                                  |   |
|------------------------------------|---|----------------------------------|---|
| Код компетенции<br>(этап освоения) | Показатели оценивания компетенций   | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|                                    | боты.<br>3. Использует навыки анализа физических процессов, протекающих в нагнетателях. | ние                              | типовые задания<br>(6 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 теории паровых и газовых турбин, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении 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. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. |
| Не зачтено                   | Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные физические законы; 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 вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.  |

### 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) | Аксиально-поршневые насосы  | 8 |
| 49) | Радиально-поршневые насосы  | 8 |
| 50) | Шестеренные насосы  | 9 |
| 51) | Пластинчатые (шиберные) насосы  | 9 |
| 52) | Винтовые насосы   | 9 |

### 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 <math>t_B</math>. Рассчитать, на каком наименьшем вертикальном расстоянии от минимального уровня в конденсаторе <math>H_{BC}^{доп}</math> 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><math>Q</math></td><td>36 м<sup>3</sup>/час</td></tr> <tr><td>Диаметр всасывающего патрубка</td><td><math>d_{BC}</math></td><td>150 мм</td></tr> <tr><td>Абсолютное давление в паровом пространстве конденсатора</td><td><math>p_K</math></td><td>19 кПа</td></tr> <tr><td>Сопrotивление всасывающей трубы</td><td><math>h_{BC}^п</math></td><td>0,5 м\вод.ст.</td></tr> <tr><td>Частота вращения вала</td><td><math>n</math></td><td>1500 мин<sup>-1</sup></td></tr> <tr><td>Температура воды</td><td><math>t_B</math></td><td>72</td></tr> <tr><td>коэффициент быстроходности</td><td><math>C</math></td><td>1500</td></tr> </table> | Производительность     | $Q$ | 36 м <sup>3</sup> /час | Диаметр всасывающего патрубка | $d_{BC}$ | 150 мм | Абсолютное давление в паровом пространстве конденсатора | $p_K$ | 19 кПа | Сопrotивление всасывающей трубы | $h_{BC}^п$ | 0,5 м\вод.ст. | Частота вращения вала | $n$ | 1500 мин <sup>-1</sup> | Температура воды | $t_B$ | 72 | коэффициент быстроходности | $C$ | 1500 | <p>По таблице свойств воды находим давление насыщенных паров при <math>t_B = 72</math> град. <math>p_0 = 33,957</math> кПа</p> $H_{BC}^{доп} \approx 1,25 \cdot \left( \frac{p_0 - p_K}{\rho g} - 10 \left( \frac{n \sqrt{Q}}{C} \right)^{4/3} \right) - h_{BC}^п$ <p>Ответ: -3,4 м.</p> |
| Производительность                                      | $Q$  | 36 м <sup>3</sup> /час |     |                        |                               |          |        |   |       |        |                                 |            |               |                       |     |                        |                  |       |    |                            |     |      |  |
| Диаметр всасывающего патрубка                           | $d_{BC}$   | 150 мм                 |     |                        |                               |          |        |   |       |        |                                 |            |               |                       |     |                        |                  |       |    |                            |     |      |  |
| Абсолютное давление в паровом пространстве конденсатора | $p_K$  | 19 кПа                 |     |                        |                               |          |        |   |       |        |                                 |            |               |                       |     |                        |                  |       |    |                            |     |      |  |
| Сопrotивление всасывающей трубы                         | $h_{BC}^п$   | 0,5 м\вод.ст.          |     |                        |                               |          |        |   |       |        |                                 |            |               |                       |     |                        |                  |       |    |                            |     |      |  |
| Частота вращения вала                                   | $n$  | 1500 мин <sup>-1</sup> |     |                        |                               |          |        |   |       |        |                                 |            |               |                       |     |                        |                  |       |    |                            |     |      |  |
| 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

### 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.