



ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
УГМК



Негосударственное частное образовательное учреждение высшего образования  
«Технический университет УГМК»  
(НЧОУ ВО «ТУ УГМК»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор НЧОУ ВО «ТУ УГМК»



В.А. Лапин  
(инициалы, фамилия)

2022 г.

**ПРОГРАММА**  
повышения квалификации  
**«Насосное оборудование. Принцип действия и устройство.  
Оценка эффективности и способы ее увеличения»**

(наименование программы)

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

### **1.1. Цель реализации программы**

Получение новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности:

- способность проводить первичное обследование насосных систем;
- способность определять направления для усовершенствования систем;
- способность повышать эффективность насосных систем.

### **1.2. Планируемые результаты обучения**

Слушатель должен знать:

- принципы работы и классификация насосов;
- характеристики насосов и гидравлических систем, способы регулирования;
- алгоритм выбора насосов с учетом факторов, влияющих на эффективность и надежность насосных систем;
- порядок проведения обследования насосных систем;
- анализ результатов;
- мероприятия по повышению эффективности системы.

Слушатель должен уметь:

- определять причины неэффективной эксплуатации насосного оборудования и системы;
- разрабатывать мероприятия по повышению эффективности насосных систем;
- подбирать насосное оборудование под требования системы;
- выбирать способ регулирования насоса в зависимости от характеристик системы;
- анализировать результаты первичного обследования насосных систем;
- выполнять технико-экономическое обоснование мероприятий по повышению эффективности насосных систем.

### **1.3. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение**

Слушатели, имеющие высшее или среднее профессиональное образование.

### **1.4. Программа разработана с учетом:**

профессиональных стандартов: 1. «Специалист в области энергоменеджмента в строительной сфере» (рег. номер 972 утвержденного Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 1 марта 2017г. N 216н);

2. «Монтажник гидравлических и пневматических систем» (рег. номер 125 утвержденного Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 мая 2014г. N352н)

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

### **2.1. Учебный план**

Учебный план приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Учебный план

Наименование раздела		Трудоемкость, час	Всего, ауд. час.	в том числе, час.			СРС, час	Текущий контроль (шт.)			Промежуточная аттестация	
				лекции	лабораторные работы	прак. занятия, семинары		РК, РГР, рефераты	КР	КП	Зачет	Экзамен
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Базовые понятия и определения	3	3	0	0	3	0	0	0	0	-	-
2.	Гидравлическая система (насосная система)	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-	-
3.	Подбор насосного оборудования	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-	-
4.	Выбор электродвигателей	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-	-
5.	Кавитация	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-	-
6.	Основные способы регулирования насосов	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-	-
7.	Энергоэффективность насосов и насосных систем	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-	-
8.	Надежность насосов и систем	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-	-
9.	Повышение эффективности насосных систем	2	2	0	0	2	0	0	0	0	-	-
10.	Обследование насосного оборудования	2	2	0	0	2					-	-
11.	Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-	-
12.	Итоговая аттестация	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Итого		16	15	0	0	15	0	0	0	0	1	-

## 2.2. Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование раздела и тем	Трудоемкость, час	Всего, ауд. час.	в том числе, час.		
				лекции	лабораторные работы	прак. занятия, семинары
1	2	3	4	5	6	7
<b>1.</b>	<b>Базовые понятия и определения</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
1.1	Основные типы насосов	0,5	0,5	0	0	0,5
1.2	Насосы динамические	0,5	0,5	0	0	0,5
1.3	Насосы объемные	0,4	0,4	0	0	0,4
1.4	Основные физические принципы работы насосов	0,4	0,4	0	0	0,4
1.5	Основные характеристики насосов (напорная, мощностная, КПД, кавитационная)	0,4	0,4	0	0	0,4
1.6	Представление характеристик в каталогах производителей	0,4	0,4	0	0	0,4
1.7	Законы подобия насосов. (Изменение характеристик в зависимости от частоты вращения и диаметра рабочего колеса)	0,4	0,4	0	0	0,4
<b>2.</b>	<b>Гидравлическая Система (насосная система)</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
2.1	Характеристики гидравлической системы	0,2	0,2	0	0	0,2
2.2	Виды гидравлических сопротивлений.	0,2	0,2	0	0	0,2
2.3	Основные уравнения	0,2	0,2	0	0	0,2
2.4	Статическая составляющая характеристик системы	0,2	0,2	0	0	0,2
2.5	Динамическая составляющая характеристик системы	0,2	0,2	0	0	0,2
<b>3.</b>	<b>Подбор насосного оборудования.</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
3.1.	Режим работы насоса, рабочая точка	0,2	0,2	0	0	0,2
3.2.	Понятие допускаемого рабочего диапазона	0,2	0,2	0	0	0,2
3.3.	Условие эффективной работы насосного оборудования	0,2	0,2	0	0	0,2
3.4.	Основные ошибки при подборе насосов и их последствия. Способы устранения.	0,4	0,4	0	0	0,4
<b>4.</b>	<b>Выбор электродвигателей.</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
4.1.	Выбор электродвигателя без запаса.	0,2	0,2	0	0	0,2
4.2.	Энергоэффективные двигатели	0,2	0,2	0	0	0,2

№ п/п	Наименование раздела и тем	Трудоемкость, час	Всего, ауд. час.	в том числе, час.		
				лекции	лабораторные работы	прак. занятия, семинары
1	2	3	4	5	6	7
4.3.	Износ насоса и увеличение потребляемой мощности	0,3	0,3	0	0	0,3
4.4.	Качество питающего напряжения.	0,3	0,3	0	0	0,3
<b>5.</b>	<b>Кавитация</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
5.1.	Природа кавитации. Последствия кавитации. Признаки кавитации.	0,2	0,2	0	0	0,2
5.2.	Понятие кавитационного запаса насоса и системы.	0,2	0,2	0	0	0,2
5.3.	Кавитационные характеристики насосов. Правила подбора насосов исходя из кавитационного запаса.	0,3	0,3	0	0	0,3
5.4.	Кавитационные испытания насосов.	0,3	0,3	0	0	0,3
<b>6.</b>	<b>Основные способы регулирования насосов.</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
6.1.	Дроссельное регулирование.	0,1	0,1	0	0	0,1
6.2.	Частотное регулирование.	0,1	0,1	0	0	0,1
6.3.	Параллельная работа насосов.	0,2	0,2	0	0	0,2
6.4.	Комбинированные способы регулирования.	0,2	0,2	0	0	0,2
6.5.	Выбор способа регулирования в зависимости от характеристик сети. Ошибки при выборе.	0,4	0,4	0	0	0,4
<b>7.</b>	<b>Энергоэффективность насосов и насосных систем</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
7.1.	Основные причины неэффективной работы насосных систем.	0,2	0,2	0	0	0,2
7.2.	Ошибки при проектировании систем.	0,2	0,2	0	0	0,2
7.3.	Изменение параметров (характеристик) системы с течением времени.	0,3	0,3	0	0	0,3
7.4.	Износ насосов. изменение характеристик насосов.	0,3	0,3	0	0	0,3
<b>8.</b>	<b>Надежность насосов и систем</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
8.1.	Факторы, влияющие на надежность насосов.	0,5	0,5	0	0	0,5
8.2.	Основные требования при эксплуатации насосов.	0,5	0,5	0	0	0,5
<b>9.</b>	<b>Повышение эффективности насосных систем</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

№ п/п	Наименование раздела и тем	Трудоемкость, час	Всего, ауд. час.	в том числе, час.		
				лекции	лабораторные работы	прак. занятия, семинары
1	2	3	4	5	6	7
9.1.	Стандарты и методические руководства, посвященные аудиту НС.	0,3	0,3	0	0	0,3
9.2.	Законодательная база РФ и других стран, посвященная эффективности.	0,3	0,3	0	0	0,3
9.3.	Стандарт ISO14414	0,3	0,3	0	0	0,3
9.4.	Обследования 1, 2 и 3 уровней.	0,3	0,3	0	0	0,3
9.5.	Системный подход повышения эффективности насосных систем.	0,4	0,4	0	0	0,4
9.6.	Признаки неэффективной работы насосного оборудования.	0,4	0,4	0	0	0,4
<b>10.</b>	<b>Обследование насосного оборудования</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
10.1.	Организация обследования.	0,3	0,3	0	0	0,3
10.2.	Проведение обследования на объекте.	0,3	0,3	0	0	0,3
10.3.	Замер гидравлических параметров (расход, давление)	0,3	0,3	0	0	0,3
10.4.	Замер электрических параметров.	0,3	0,3	0	0	0,3
10.5.	Напряжение, ток, мощность.	0,4	0,4	0	0	0,4
10.6.	Обработка результатов. Проверка достоверности замеренных параметров.	0,4	0,4	0	0	0,4
<b>11.</b>	<b>Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности.</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
11.1.	Способы повышения эффективности насосных систем.	0,5	0,5	0	0	0,5
11.2.	Подготовка отчета. Экономическое обоснование.	0,5	0,5	0	0	0,5
Итоговая аттестация		1	0	0	0	0
Всего		16	15	0	0	15

### 2.3. Примерный календарный учебный график

Период обучения (дни, недели) <sup>1)</sup>	Наименование раздела
Первый день	Базовые понятия и определения. Гидравлическая Система (насосная система). Подбор насосного оборудования. Выбор электродвигателей. Кавитация. Основные способы регулирования насосов.

Второй день	Энергоэффективность насосов и насосных систем. Надежность насосов и систем. Повышение эффективности насосных систем. Обследование насосного оборудования. Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности
1) Даты обучения будут определены в расписании занятий при наборе группы на обучение	

#### 2.4. Рабочие программы разделов

№, наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование лабораторных работ (количество часов)	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	2	3	4	5
1 - Базовые понятия и определения (3)				
1.1	-	-	Основные типы насосов (0,5)	-
1.2	-	-	Насосы динамические (0,5)	-
1.3	-	-	Насосы объемные (0,4)	-
1.4	-	-	Основные физические принципы работы насосов (0,4)	-
1.5	-	-	Основные характеристики насосов (напорная, мощностная, кпд, кавитационная) (0,4)	-
1.6	-	-	Представление характеристик в каталогах производителей (0,4)	-
1.7	-	-	Законы подобия насосов. (Изменение характеристик в зависимости от частоты вращения и диаметра рабочего колеса) (0,4)	-
2 – Гидравлическая Система (насосная система) (1)				
2.1	-	-	Характеристики гидравлической системы (0,2)	-
2.2	-	-	Виды гидравлических сопротивлений (0,2)	-
2.3	-	-	Основные уравнения (0,2)	-
2.4	-	-	Статическая составляющая характеристик системы (0,2)	-
2.5	-	-	Динамическая составляющая характеристик системы (0,2)	-
3 - Подбор насосного оборудования (1)				
3.1.	-	-	Режим работы насоса, рабочая точка (0,2)	-
3.2.	-	-	Понятие допускаемого рабочего диапазона (0,2)	-

3.3.	-	-	Условие эффективной работы насосного оборудования (0,2)	-
3.4.	-	-	Основные ошибки при подборе насосов и их последствия. Способы устранения (0,4)	-
4 - Выбор электродвигателей (1)				
4.1.	-	-	Выбор электродвигателя без запаса (0,2)	-
4.2.	-	-	Энергоэффективные двигатели (0,2)	-
4.3.	-	-	Износ насоса и увеличение потребляемой мощности (0,3)	-
4.4.	-	-	Качество питающего напряжения (0,3)	-
5 – Кавитация (1)				
5.1.	-	-	Природа кавитации. Последствия кавитации. Признаки кавитации (0,2)	-
5.2.	-	-	Понятие кавитационного запаса насоса и системы (0,2)	-
5.3.	-	-	Кавитационные характеристики насосов. Правила подбора насосов исходя из кавитационного запаса (0,3)	-
5.4.	-	-	Кавитационные испытания насосов (0,3)	-
6 - Основные способы регулирования насосов (1)				
6.1.	-	-	Дроссельное регулирование (0,1)	-
6.2.	-	-	Частотное регулирование (0,1)	-
6.3.	-	-	Параллельная работа насосов (0,2)	-
6.4.	-	-	Комбинированные способы регулирования (0,2)	-
6.5.	-	-	Выбор способа регулирования в зависимости от характеристик сети. Ошибки при выборе (0,4)	-
7 - Энергоэффективность насосов и насосных систем (1)				
7.1.	-	-	Основные причины неэффективной работы насосных систем (0,2)	-
7.2.	-	-	Ошибки при проектировании систем (0,2)	-
7.3.	-	-	Изменение параметров (характеристик) системы с течением времени (0,3)	-



7.4.	-	-	Износ насосов. изменение характеристик насосов (0,3)	-
8 - Надежность насосов и систем (1)				
8.1.	-	-	Факторы, влияющие на надежность насосов (0,5)	-
8.2.	-	-	Основные требования при эксплуатации насосов (0,5)	-
9 - Повышение эффективности насосных систем (2)				
9.1.	-	-	Стандарты и методические руководства, посвященные аудиту НС (0,3)	-
9.2.	-	-	Законодательная база РФ и других стран, посвященная эффективности (0,3)	-
9.3.	-	-	Стандарт ISO14414 (0,3)	-
9.4.	-	-	Обследования 1, 2 и 3 уровней (0,3)	-
9.5.	-	-	Системный подход повышения эффективности насосных систем (0,4)	-
9.6.	-	-	Признаки неэффективной работы насосного оборудования (0,4)	-
10 - Обследование насосного оборудования (2)				
10.1.	-	-	Организация обследования (2)	-
10.2.	-	-	Проведение обследования на объекте (0,3)	-
10.3.	-	-	Замер гидравлических параметров (расход, давление) (0,3)	-
10.4.	-	-	Замер электрических параметров(0,3)	-
10.5.	-	-	Напряжение, ток, мощность (0,4)	-
10.6.	-	-	Обработка результатов. Проверка достоверности замеренных параметров (0,4)	-
11 - Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности (1)				
11.1.	-	-	Способы повышения эффективности насосных систем (0,5)	-
11.2.	-	-	Подготовка отчета. Экономическое обоснование (0,5)	-

2.5. Оценка качества освоения программы (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

2.5.1. Форма(ы) промежуточной и итоговой аттестации

Итоговая аттестация проводится в форме зачета.

2.5.2. Оценочные материалы

Критерии оценки уровня освоения программы.

- Минимальный уровень – соответствует оценке «удовлетворительно» и обязательный для всех слушателей по завершении освоения программы обучения.
- Базовый уровень – соответствует оценке «хорошо» и характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции.
- Повышенный уровень – соответствует оценке «отлично» и характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции, важен как качественный ориентир для самосовершенствования.

Оценка «зачтено» соответствует одному из уровней сформированности компетенций: минимальный, базовый, повышенный.

Оценки «неудовлетворительно» и «не зачтено» ставятся студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.

### 2.5.3. Методические материалы

1. Положение об итоговой аттестации слушателей по дополнительным профессиональным программам в Негосударственном частном образовательном учреждении высшего образования «Технический университет УГМК»

## 3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

### 3.1. Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Учебные аудитории Технического университета УГМК	Практические занятия	-

### 3.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Моргунов, К.П. Насосы и насосные станции [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.П. Моргунов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 308 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103069>. — Загл. с экрана.

### 3.3. Кадровые условия

Кадровое обеспечение программы осуществляют практики, имеющие опыт в области энергосбережения и энергоаудита.

3.4. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды (при реализации программ с использованием дистанционных образовательных технологий)

Электронные информационные ресурсы	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения

Использование ДОТ не предусмотрено в данной программе.

#### **4. РУКОВОДИТЕЛЬ И СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ**

Руководитель программы:

*Худякова Олеся Евгеньевна*, заместитель начальника управления дополнительного профессионального образования НЧОУ ВО «Технический университет УГМК».

Составители программы:

*Костюк Александр Викторович*, кандидат физико-математических наук; заместитель директора – генеральный конструктор Головного научно-технического центра АО «ГМС Ливгидромаш»;

*Рудаков Евгений Николаевич*, главный специалист управления энергоэффективности и энергоаудита службы директора по энергетике ООО «УГМК-Холдинг».