



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Е.В. Хохлова

« 5 » апреля 2023г.

**ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЖИДКОСТЕЙ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

г. Москва, 2023

# РАЗДЕЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

## 1.1. Цель реализации программы

Совершенствование или приобретение новых профессиональных компетенций слушателями в области применения технологического оборудования для транспортирования жидкостей в теплоэнергетике.

В процессе освоения программы слушатель совершенствует профессиональные компетенции в соответствии с ФГОС ВО 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», а также 35.03.01 «Агроинженерия».

## Совершенствуемые и приобретаемые компетенции и планируемые результаты обучения

№	Приобретаемые или совершенствуемые компетенции	Код компетенции	Знать/Уметь:
1.	Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования	ПКос-1.1	<p><b>Знать:</b> - основные методы и средства повышения эффективности работы энергетического и теплотехнического оборудования</p> <p><b>Уметь:</b> - применять на практике методы повышения эффективности работы энергетического и теплотехнического оборудования</p>
2.	Демонстрирует знания режимов работы основного энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве	ПКос-4.1	<p><b>Знать:</b> – устройство, режимы работы и правила эксплуатации гидравлических машин и оборудования, используемого в теплоэнергетике</p> <p><b>Уметь:</b> – определять рабочие характеристики и режимы работы гидравлических машин и оборудования; подбирать оборудование при решении технических и технологических задач</p>

# РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

## 2.1. Учебный план программы повышения квалификации «Современное технологическое оборудование для транспортирования жидкостей в теплоэнергетике»

Категория слушателей: представители реального сектора экономики.

Форма обучения: очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий.

Режим занятий: 6 часов в день, 1 раз в неделю

Срок освоения: 6 недель

Трудоемкость программы: 36 академических часов

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего ак. часов	В том числе			Формы аттестации, контроля
			Сам. работа	Лекции	Практ. занятия	
1	Раздел 1. Классификация систем подачи жидкостей	3	1	2	-	Промежуточное тестирование
2	Раздел 2. Технические средства подачи жидкостей	24	4	10	10	Промежуточное тестирование
3	Раздел 3. Системы автоматизации подачи жидкостей	7	1	4	2	Промежуточное тестирование
4	<b>Итого:</b>	34	6	16	12	
5	Итоговая аттестация	2 ч зачёт				

## 2.2. Учебно-тематический план программы повышения квалификации «Современное технологическое оборудование для транспортирования жидкостей в теплоэнергетике»

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
1	Раздел 1. Классификация систем подачи жидкостей			
	Тема 1	Лекция 1, 2 ак.ч. Классификация систем подачи жидкостей, их краткая характеристика	Понятие системы подачи жидкостей, назначение, классификация, краткая характеристика – устройство, принцип действия, область применения в теплоэнергетике и теплотехнике	<b>Знать:</b> - конструктивные особенности и принципы работы основных технических средств для контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем подачи жидкостей <b>Уметь:</b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов водоснабжения, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем подачи жидкостей
		Самостоятельная работа, 1 ак.ч.	Развитие темы 1 (изучение и анализ дополнительной литературы)	<b>Знать:</b> - конструктивные особенности и принципы работы основных технических средств для контроля параметров технологических процессов,

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
				необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем подачи жидкостей <b>Уметь:</b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов водоснабжения, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем подачи жидкостей
Раздел II. Технические средства подачи жидкостей				
2	Тема 2	<i>Лекция 2, 2 ак.ч.</i> Насосы. Основные показатели работы насосов	Классификация насосов, принцип действия, основные параметры работы насосов $H, Q, N, \eta$ .	<b>Знать:</b> – устройство, режимы работы и правила эксплуатации гидравлических машин и оборудования, используемого в теплоэнергетике <b>Уметь:</b> – определять рабочие характеристики и режимы работы гидравлических машин и оборудования; подбирать гидромеханическое оборудование при решении технических и технологических задач в теплоэнергетике
		<i>Практическая работа № 1, 2 ак.ч.</i> Контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации	Приборы для измерения давления, температуры, расхода, уровня жидкости	<b>Уметь:</b> – определять рабочие характеристики и режимы работы гидравлических машин и оборудования; подбирать гидромеханическое оборудование при решении технических и технологических задач в теплоэнергетике
	Тема 3	<i>Лекция 3, 2 ак.ч.</i> Рабочие характеристики центробежных насосов	Рабочие характеристики центробежных насосов $H-Q, N-Q, \eta-Q$ , пересчет на новую частоту вращения. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, кавитационный запас	<b>Знать:</b> – конструктивные особенности и принципы работы основных технических средств для контроля параметров технологических процессов подачи жидкостей, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем теплоснабжения <b>Уметь:</b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем подачи жидкостей
<i>Практическая работа № 2, 2 ак.ч.</i>		Подбор центробежного	<b>Уметь:</b> – квалифицированно применять средства измерения и	

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
		Подбор насоса по каталогу	насоса по каталогу по его основным параметрам – напору и подаче	контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике
	Тема 4	<i>Лекция 4, 2 ак.ч.</i> Работа насосов на трубопровод	Работа насосов на трубопровод, характеристика трубопровода, рабочая точка	<b>Знать:</b> - конструктивные особенности и принципы работы основных технических средств для контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике <b>Уметь:</b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике
	Тема 5	<i>Лекция 5, 2 ак.ч.</i> Параллельная и последовательная работа насосов	Параллельная и последовательная работа насосов на общий трубопровод, характеристики работы, эффективность работы	<b>Знать:</b> - конструктивные особенности и принципы работы основных технических средств для контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике <b>Уметь:</b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике
		Самостоятельная работа, 2 ак.ч.	Развитие темы 2, 1-я часть (изучение и анализ дополнительной литературы), выполнение теста по 1-й части 2-го раздела	<b>Знать:</b> - конструктивные особенности и принципы работы основных технических средств для контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике <b>Уметь:</b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
	Тема 6	<i>Лекция 6, 2 ак.ч.</i> Основы расчета напорных трубопроводов	Классификация напорных систем, основные зависимости	<b><u>Знать:</u></b> - конструктивные особенности и принципы работы основных технических средств для контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике <b><u>Уметь:</u></b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике
		<i>Практическая работа № 3, 2 ак.ч.</i> Гидравлический расчет коротких трубопроводов	Определение потерь напора, расхода, подбор диаметра трубопровода для пропускания заданного расхода при известных сопротивлениях	<b><u>Уметь:</u></b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике
		<i>Практическая работа № 4, 2 ак.ч.</i> Гидравлический расчет длинных трубопроводов	Свободный напор, транзитный расход, расход непрерывной раздачи, тупиковые и кольцевые трубопроводы	<b><u>Уметь:</u></b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике
	Тема 7	<i>Практическая работа № 5, 2 ак.ч.</i> Параллельное и последовательное соединение труб	Гидравлический расчет трубопроводов при последовательном соединении труб разных диаметров, при параллельном соединении	<b><u>Уметь:</u></b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике
		Самостоятельная работа, 2 ак.ч.	Развитие темы 2, 2-я часть (изучение и анализ дополнительной литературы),	<b><u>Знать:</u></b> - конструктивные особенности и принципы работы основных технических средств для контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже,

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
			выполнение теста по 2-й части 2-го раздела	наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике <b>Уметь:</b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике
3	Тема 8	Раздел III. Системы автоматизации подачи жидкостей (автоматизация и диспетчеризация систем подачи жидкостей)		
		<p><i>Лекция 7-8, 4 ак.ч.</i> Системы автоматизации подачи жидкостей (автоматизация и диспетчеризация систем подачи жидкостей)</p>	<p>Автоматизация насосных установок Основные функции автоматики насосных станций, Технические средства автоматизации, гидроаккумуляторы</p>	<p><b>Знать:</b> - конструктивные особенности и принципы работы основных технических средств для контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике <b>Уметь:</b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике</p>
		<p><i>Практическая работа № 6, 2 ак.ч.</i> Изучение работы гидроаккумуляторов в</p>	<p>Изучение работы и способов регулирования гидроаккумуляторов, расчет основных показателей их работы</p>	<p><b>Уметь:</b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике</p>
Самостоятельная работа, 1 ак.ч.		<p>Развитие темы 3 (изучение и анализ дополнительной литературы), выполнение теста по 3-му разделу</p>	<p><b>Знать:</b> - конструктивные особенности и принципы работы основных технических средств для контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике <b>Уметь:</b> – квалифицированно применять средства измерения и контроля параметров технологических процессов, необходимых при монтаже, наладке и эксплуатации систем в теплоэнергетике</p>	

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
Итоговое тестирование, 2 ак.ч.				

### Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы

#### Промежуточное тестирование

Форма проведения	дистанционно
Виды оценочных материалов	Три теста по каждому разделу из 5 заданий каждый в электронной форме (Приложение 2)
Критерии оценивания	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ. 7-10 баллов – высокий уровень, 4-7 баллов – средний уровень, менее 4 – низкий уровень.
Оценка	Не предусмотрено (тестирование проводится с целью определения уровня владения материалом)

#### Выходное тестирование

Форма проведения	Очно
Виды оценочных материалов	Тест из 10 заданий в электронной форме (Приложение 3)
Критерии оценивания	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ. «Зачтено» выставляется слушателям, если они набрали не менее 16 баллов
Оценка	Зачтено/не зачтено

#### Практическая работа 1 по разделу 2

Название	Контрольно-измерительные приборы и средства автоматики
Структура и содержание	1. Изучение приборов для измерения давления, температуры, расхода, уровня жидкости. 2. Определение давления в жидкости. 3. Определение расхода жидкости
Критерии оценивания	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ. «Зачтено» выставляется слушателям, если они набрали 3 балла
Оценка	Зачтено/не зачтено

#### Практическая работа 2 по разделу 2

Название	Подбор насоса по каталогу
Структура и содержание	1. Изучение методики подбора центробежного насоса по каталогу по его основным параметрам – напору и подаче. 2. Подбор марки насоса по каталогу по заданным параметрам.
Критерии оценивания	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ. «Зачтено» выставляется слушателям, если они набрали 3 балла

Оценка	Зачтено/не зачтено
--------	--------------------

### Практическая работа 3 по разделу 2

Название	Гидравлический расчет коротких трубопроводов
Структура и содержание	1. Определение потерь напора, расхода, 2. Подбор диаметра трубопровода для пропускa заданного расхода при известных сопротивлениях
Критерии оценивания	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ. «Зачтено» выставляется слушателям, если они набрали 3 балла
Оценка	Зачтено/не зачтено

### Практическая работа 4 по разделу 2

Название	Гидравлический расчет длинных трубопроводов
Структура и содержание	1. Расчет тупиковых трубопроводов 2. Основы расчета кольцевых трубопроводов
Критерии оценивания	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ. «Зачтено» выставляется слушателям, если они набрали 3 балла
Оценка	Зачтено/не зачтено

### Практическая работа 5 по разделу 2

Название	Параллельное и последовательное соединение труб
Структура и содержание	1. Гидравлический расчет трубопроводов при последовательном соединении труб разных диаметров 2. Гидравлический расчет трубопроводов при параллельном соединении
Критерии оценивания	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ. «Зачтено» выставляется слушателям, если они набрали 3 балла
Оценка	Зачтено/не зачтено

### Практическая работа 6 по разделу 3

Название	Изучение работы гидроаккумулятора
Структура и содержание	1. Изучение работы и способов регулирования гидроаккумуляторов 2. Расчет основных показателей работы установки.
Критерии оценивания	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ. «Зачтено» выставляется слушателям, если они набрали 3 балла
Оценка	Зачтено/не зачтено

### Итоговая аттестация

Форма итоговой аттестации	Зачет как совокупность выполненного итогового теста и практических работ
Требования к итоговой аттестации	Выполнение итогового теста и практических работ в соответствии с требованиями к каждой из работ
Критерии оценивания	Слушатель считается аттестованным при положительном оценивании практических работ и итогового тестирования
Оценка	Зачтено/не зачтено

#### Раздел 4. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Учебный корпус 23, кафедра «Теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий», аудитория 7	Лекции	1. Экран ClassicLyra (Инв.№ 410134000001609) 2. Проектор BenQMX711 (Инв. №410134000001611) 3. Доска настенная 3-элементная (Инв.№ 210136000005980)
Учебный корпус 23, кафедра «Теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий», аудитория 7	Практические занятия	1. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-1 (Инв.№ 210134000002961) 2. Стенд лабораторный по исследованию работы пневматической водоподъемной установки (Инв.№ 210134000002963) 3. Манометр МТ2С-712М1-1-0-10 (Инв. №210134000002454) 4. Емкость для воды (Инв.№210134000001926) 5. Макет ГСТ (Инв.№ 410134000001760) 6. Система трубопроводов на станине с гидроемкостью (Инв.№ 210134000002785) 7. Датчик расхода с индикацией параметров (Инв.№210134000002783) 8. Датчик давления –2 шт. (Инв.№210134000002782; 210134000002781). 9. Шкаф системы управления с индикаторами (Инв.№210134000002784). 10. Центробежные насосы – 2шт. (Инв. № 210134000002779; 210134000002780)

#### 5. Учебно-методическое обеспечение программы

##### Основная литература:

1. Гидравлика: Учебник / А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 420 с.

2. Кожевникова Н.Г., Тогунова Н.П., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Кривчанский В.Ф. Практикум по гидравлике: Учебное пособие М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 428 с.

3. Гидравлика и гидравлические машины. Лабораторный практикум: Учебное пособие. / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Драный, В.А. Шевкун, А.А. Цымбал, Б.Т. Бекишенв - СПб.: Издательство «Лань», 2022. - 352 с.: ил. - Режим доступа <https://e.lanbook.com/reader/book/76272/#1>

4. Кузнецов Ю.В. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учебное пособие для вузов / Ю.В. Кузнецов, А.Г. Никифоров. - СПб.: Лань, 2022. – 304 с. – Режим доступа <https://reader.lanbook.com/book/199508#165>

5. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение: Учебник. – И.: ИНФРА-М, 2015. – 443 с.

6. Шалыгин М.Г., Вавилин Я.А. Автоматизация измерений, контроля и испытаний: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2022. –172 с. – Режим доступа <https://reader.lanbook.com/book/206333#170>

### **Дополнительная литература:**

1. Рульнов А.А., Евстафьев К.Ю. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 205 с.

2. Моргунов К.П. Насосы и насосные станции. Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2021. . – 308 с <https://reader.lanbook.com/book/152484#2>

### **Интернет-ресурсы:**

1. Сайт Электронно-библиотечная система ЦНБ имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева URL: <http://library.timacad.ru>

2. Сайт Электронно-библиотечная система Лань URL: <https://e.lanbook.com>

3. Сайт Электронный научный журнал «Гидравлика» URL: <http://hydrojournal.ru/o-zhurnale/nauchnyj-zhurnal>

## **6. Оценка качества освоения программы**

Оценка качества освоения программы осуществляется на основе результатов итоговой аттестации. Слушатель считается аттестованным, если имеет положительные оценки (от «16» до «30» баллов) по всем разделам программы.

## **7. Образовательные технологии, используемые в процессе реализации программы**

В программе используются ресурсы, размещенные в системе дистанционного обучения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева ([sdo.timacad.ru](http://sdo.timacad.ru)), которые позволяют слушателям самостоятельно осваивать содержание программы

или отдельных ее разделов, используются MOOK, открытые образовательные и интернет – ресурсы и платформы.

### 8. Составители программы

Кожевникова Н.Г., канд.техн.наук, доцент



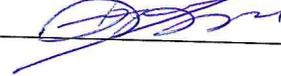
Шевкун Н.А., канд.с.-х.наук., доцент



Драный А.В, канд.техн.наук., доцент



Шевкун В.А., канд.с.-х.наук., доцент



Утверждено на заседании кафедры "Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий"

Протокол № 7 от «05» апреля 2023 г.

Зав. кафедрой



Н.Г. Кожевникова