

**Автономная некоммерческая организация  
дополнительного профессионального образования  
«Учебный центр ПРОФЕССИОНАЛ»**

Утверждаю:  
Генеральный директор  
Автономной некоммерческой  
организация дополнительного  
профессионального образования  
«Учебный центр ПРОФЕССИОНАЛ»



Н.В. Загорнова

2021 г.

## ПРОГРАММА

**Вид программы:** профессиональное обучение – подготовка, переподготовка, повышение квалификации

**Наименование программы:**

«Машинист газотурбинных установок» 4 разряда (13658 – код профессии)

Разработал(и):

Инструктор 1 категории УП ПТП и ОПО

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to V.P. Karlov.

В.П. Карелов

«Рассмотрено на заседании методической комиссии УП ПТП и ОПО»

Председатель методической комиссии

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to N.A. Krivosheev.

Н.А. Кривошеев

Сургут 2021

## Содержание

Организационно-педагогические условия _____	3
Цель программы и планируемые результаты обучения _____	5
Тарифно-квалификационная характеристика _____	6
Учебно-тематический план _____	7
Учебно-тематический план _____	9
Учебно-тематический план _____	11
Календарный учебный график _____	13
Календарный учебный график _____	16
Календарный учебный график _____	19
Учебная программа _____	22
Перечень технической литературы и нормативно-технических документов _____	30
Перечень программных, технических и других средств обучения _____	31
Оценочные материалы _____	32

## **Организационно-педагогические условия**

Программа предназначена для профессионального обучения по программам профессионального обучения рабочих, служащих, программам профессиональной переподготовки рабочих, служащих и программам повышения квалификации рабочих, служащих.

К освоению основной программы профессионального обучения по программе подготовки «Машинист газотурбинных установок» 4 разряда допускаются лица, имеющие среднее профессиональное образование по программам подготовки квалифицированных рабочих.

К освоению основной программы профессионального обучения по программе профессиональной переподготовки «Машинист газотурбинных установок» 4 разряда допускаются лица, имеющие среднее профессиональное образование по программам подготовки квалифицированных рабочих.

К освоению основной программы профессионального обучения по программе повышения квалификации - лица, имеющие среднее профессиональное образование или профессиональное обучение по данной профессии.

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации";

- Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих (ЕТКС), Выпуск № 9. Работы и профессии рабочих электроэнергетики ЕТКС. Выпуск утвержден Постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 12 марта 1999 г. № 5 (В редакции Приказа Минздравсоцразвития РФ от 03.10.2005 № 614). Раздел ЕТКС «Эксплуатация оборудования электростанций и сетей, обслуживание потребителей энергии»

- приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 2 сентября 2020 г. № 554н «Об утверждении профессионального стандарта «Машинист-обходчик турбинного оборудования» (Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 16 сентября 2020 г. Регистрационный № 59919) Регистрационный № 130;

- приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 816 «Порядок применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;

- методическими рекомендациями по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (Утверждено Министром образования и науки Российской Федерации 22 января 2015 г. № ДЛ-1/05вн).

Форма обучения - очная.

Нормативный срок освоения программы подготовки – 1,2 месяца

Нормативный срок освоения программы переподготовки – 1 месяц.

Нормативный срок освоения программы повышения квалификации – 1 месяц.

В связи с техническим прогрессом программа может быть дополнена учебными материалами, темами.

Количество часов, отведенных на изучение отдельных тем, последовательность их может быть изменена в зависимости от частных причин.

Теоретическое обучение проводится в форме лекций и упражнений, с применением активных форм обучения и заканчивается проверкой знаний (экзаменом).

К итоговой аттестации допускаются слушатели, прошедшие полный курс теоретического и производственного обучения, выполнившие квалификационную (пробную) работу и получившие заключение о достигнутом уровне квалификации в соответствии с требованиями квалификационных характеристик.

Лицам, успешно освоившим программу обучения и выдержавшим квалификационный экзамен, присваивается разряд или класс, категория и выдается документ установленного образца.

## **Цель программы и планируемые результаты обучения**

**Цель программы:** профессиональное обучение, профессиональная переподготовка и повышение квалификации рабочих по профессии «Машинист газотурбинных установок» 4 разряда.

**Категория слушателей:** лица, имеющие профессиональное обучение по программам профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих, программы переподготовки рабочих, служащих, программы повышения квалификации рабочих, служащих

**Срок обучения:**

- профессиональное обучение 424 часа, из них 160 часов – производственное обучение;
- профессиональная переподготовка 384 часа, из них 120 часов – производственное обучение;
- повышение квалификации 280 часов, из них 120 часов - производственное обучение.

**Режим занятий:** 8 часов в день.

**Форма обучения:** очная.

**Программа направлена на освоение (совершенствование) следующих профессиональных компетенций:**

Слушатель, освоивший программу, должен обладать профессиональными компетенциями по профессии «Машинист газотурбинных установок» 4 разряда, в соответствии с требованиями профессионального стандарта "Машинист-обходчик турбинного оборудования" (Регистрационный № 130).

## **Тарифно-квалификационная характеристика**

### **Характеристика работ.**

Ведение режима работы оборудования газотурбинной установки единичной мощностью до 10 тыс. Вт. Эксплуатационное обслуживание газотурбинных установок и обеспечение их бесперебойной и экономичной работы. Пуск, останов, опробование оборудования установки и переключения в тепловых схемах. Контроль за показаниями средств измерений, работой автоматических регуляторов и сигнализации. Ликвидация аварийных ситуаций.

### **Должен знать:**

устройство, технические характеристики обслуживаемых компрессоров, газовых турбин, турбогенераторов и вспомогательного оборудования; тепловые схемы; принцип работы средств измерений; принципиальные схемы контроля и автоматики газотурбинных установок; принципиальные электрические схемы генератора и собственных нужд газотурбинных установок; технико-экономические показатели работы оборудования; основы газодинамики, теплотехники и электротехники.

**Учебно-тематический план**  
**освоения программы профессиональной подготовки**  
**«Машинист газотурбинных установок» 4 разряда**

№ п/п	Наименование разделов, тем	Кол-во часов			Форма контроля
		всего	в том числе		
			лекционных	практических	
<b>Теоретическое обучение</b>					
<b>1.</b>	<b>Общетехнический курс</b>	<b>40</b>	<b>40</b>		
1.1	Общие вопросы энергетики	6	6		
1.2	Основные сведения из теплотехники	10	10		
1.3	Основы газодинамики	8	8		
1.4	Основы электротехники	8	8		
1.5	Материаловедение	8	8		
<b>2.</b>	<b>Специальный курс (спецтехнология)</b>	<b>140</b>	<b>140</b>		
2.1.	Основы теории газотурбинных установок	10	10		
2.2.	Газовые турбины	22	22		
2.3.	Компрессоры	8	8		
2.4.	Топливо и процесс горения	8	8		
2.5.	Камеры сгорания	8	8		
2.6.	Теплообменные аппараты и сосуды	20	20		
2.7.	Трубопроводы и арматура	8	8		
2.8.	Насосы	8	8		
2.9.	Система регулирования ГТУ	8	8		
2.10.	Топливное хозяйство ГТУ	8	8		
2.11.	Маслохозяйство ГТУ	8	8		
2.12.	Пункт подготовки газа и дожимная компрессорная станция	8	8		
2.13.	Валоповоротные устройства	8	8		
2.14.	Противопожарные устройства	8	8		
<b>3.</b>	<b>Эксплуатация ГТУ</b>	<b>38</b>	<b>38</b>		
<b>4.</b>	<b>Системы контроля, управления и автоматики</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		
<b>5.</b>	<b>Котлы – утилизаторы</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		
<b>6.</b>	<b>Промышленная безопасность</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		

7.	<b>Охрана труда</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		
8.	<b>Проверка знаний (экзамен)</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		Контроль ные вопросы
	<b>Итого</b>	<b>264</b>	<b>264</b>		

### Производственное обучение

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование тем</b>	<b>Количество часов</b>
1.	Знакомство с рабочим местом машиниста ГТУ	20
2.	Изучение технологических схем и конструкции оборудования газотурбинного цеха.	40
3.	Стажировка на рабочем месте машиниста	42
4.	Самостоятельное выполнение работ в качестве машиниста ГТУ 4-го разряда	42
5.	<b>Консультация</b>	8
6.	Итоговая аттестация (квалификационная пробная работа)	8
	<b>Итого:</b>	<b>160</b>
	<b>Итого, обучения в центре:</b>	<b>264</b>
	<b>Всего по программе:</b>	<b>424</b>



**Учебно-тематический план**  
**освоения программы профессиональной переподготовки**  
**«Машинист газотурбинных установок» 4 разряда**

№ п/п	Наименование разделов, тем	Кол-во часов			Форма контроля
		всего	в том числе		
			лекционных	практических	
<b>Теоретическое обучение</b>					
<b>1.</b>	<b>Общетехнический курс</b>	<b>40</b>	<b>40</b>		
1.1	Общие вопросы энергетики	6	6		
1.2	Основные сведения из теплотехники	10	10		
1.3	Основы газодинамики	8	8		
1.4	Основы электротехники	8	8		
1.5	Материаловедение	8	8		
<b>2.</b>	<b>Специальный курс (спецтехнология)</b>	<b>140</b>	<b>140</b>		
2.1.	Основы теории газотурбинных установок	10	10		
2.2.	Газовые турбины	22	22		
2.3.	Компрессоры	8	8		
2.4.	Топливо и процесс горения	8	8		
2.5.	Камеры сгорания	8	8		
2.6.	Теплообменные аппараты и сосуды	20	20		
2.7.	Трубопроводы и арматура	8	8		
2.8.	Насосы	8	8		
2.9.	Система регулирования ГТУ	8	8		
2.10.	Топливное хозяйство ГТУ	8	8		
2.11.	Маслохозяйство ГТУ	8	8		
2.12.	Пункт подготовки газа и дожимная компрессорная станция	8	8		
2.13.	Валоповоротные устройства	8	8		
2.14.	Противопожарные устройства	8	8		
<b>3.</b>	<b>Эксплуатация ГТУ</b>	<b>38</b>	<b>38</b>		
<b>4.</b>	<b>Системы контроля, управления и автоматики</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		
<b>5.</b>	<b>Котлы – утилизаторы</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		
<b>6.</b>	<b>Промышленная безопасность</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		
<b>7.</b>	<b>Охрана труда</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		

8.	Проверка знаний (экзамен)	8	8		Контроль ые вопросы
	<b>Итого</b>	<b>264</b>	<b>264</b>		

### Производственное обучение

№ п/п	Наименование тем	Количество часов
1.	Знакомство с рабочим местом машиниста ГТУ	14
2.	Изучение технологических схем и конструкции оборудования газотурбинного цеха.	30
3.	Стажировка на рабочем месте машиниста	32
4.	Самостоятельное выполнение работ в качестве машиниста ГТУ 4-го разряда	32
5.	<b>Консультация</b>	4
6.	Итоговая аттестация (квалификационная пробная работа)	8
	<b>Итого:</b>	<b>120</b>
	<b>Итого, обучения в центре:</b>	<b>264</b>
	<b>Всего по программе:</b>	<b>384</b>

**Учебно-тематический план**  
**освоения программы повышения квалификации**  
**«Машинист газотурбинных установок» 4 разряда**

№ п/п	Наименование разделов, тем	Кол-во часов			Форма контроля
		всего	в том числе		
			лекционных	практических	
<b>Теоретическое обучение</b>					
<b>1.</b>	<b>Общетехнический курс</b>	<b>20</b>	<b>20</b>		
1.1	Общие вопросы энергетики	4	4		
1.2	Основные сведения из теплотехники	4	4		
1.3	Основы газодинамики	4	4		
1.4	Основы электротехники	4	4		
1.5	Материаловедение	4	4		
<b>2.</b>	<b>Специальный курс (спецтехнология)</b>	<b>82</b>	<b>82</b>		
2.1.	Основы теории газотурбинных установок	8	8		
2.2.	Газовые турбины	8	8		
2.3.	Компрессоры	4	4		
2.4.	Топливо и процесс горения	8	8		
2.5.	Камеры сгорания	8	8		
2.6.	Теплообменные аппараты и сосуды	10	10		
2.7.	Трубопроводы и арматура	8	8		
2.8.	Насосы	4	4		
2.9.	Система регулирования ГТУ	4	4		
2.10.	Топливное хозяйство ГТУ	4	4		
2.11.	Маслохозяйство ГТУ	4	4		
2.12.	Пункт подготовки газа и дожимная компрессорная станция	8	8		
2.13.	Валопоротные устройства	2	2		
2.14.	Противопожарные устройства	2	2		
<b>3.</b>	<b>Эксплуатация ГТУ</b>	<b>26</b>	<b>26</b>		
<b>4.</b>	<b>Системы контроля, управления и автоматики</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		
<b>5.</b>	<b>Котлы – утилизаторы</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		
<b>6.</b>	<b>Промышленная безопасность</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		
<b>7.</b>	<b>Охрана труда</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		
<b>8.</b>	<b>Проверка знаний (экзамен)</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	Контрольн	

					ые вопросы
	<b>Итого</b>	<b>160</b>	<b>160</b>		

### Производственное обучение

№ п/п	Наименование тем	Количество часов
1.	Знакомство с рабочим местом машиниста ГТУ	14
2.	Изучение технологических схем и конструкции оборудования газотурбинного цеха.	30
3.	Стажировка на рабочем месте машиниста	32
4.	Самостоятельное выполнение работ в качестве машиниста ГТУ 4-го разряда	32
5.	<b>Консультация</b>	4
6.	Итоговая аттестация (квалификационная пробная работа)	8
	<b>Итого:</b>	<b>120</b>
	<b>Итого, обучения в центре:</b>	<b>160</b>
	<b>Всего по программе:</b>	<b>280</b>



2.4.	Топливо и процесс горения	обяз. уч.			8									8
		сам. р.			0									
2.5.	Камеры сгорания	обяз. уч.			8									8
		сам. р.			0									0
2.6.	Теплообменные аппараты и сосуды	обяз. уч.			20									20
		сам. р.			0									0
2.7.	Трубопроводы и арматура	обяз. уч.			4	4								8
		сам. р.			0	0								0
2.8.	Насосы	обяз. уч.				8								8
		сам. р.				0								0
2.9.	Система регулирования ГТУ	обяз. уч.				8								8
		сам. р.				0								0
2.10.	Топливное хозяйство ГТУ	обяз. уч.				8								8
		сам. р.				0								0
2.11.	Маслохозяйство ГТУ	обяз. уч.				8								8
		сам. р.				0								0
2.12.	Пункт подготовки газа и дожимная компрессорная станция	обяз. уч.				4	4							8
		сам. р.				0	0							0
2.13.	Валоповоротные устройства	обяз. уч.					8							8
		сам. р.					0							0
2.14.	Противопожарные устройства	обяз. уч.					8							8
		сам. р.					0							0
3.	Эксплуатация ГТУ	обяз. уч.					20	18						38
		сам. р.					0	0						0
4.	Системы контроля, управления и автоматики	обяз. уч.						12						12
		сам. р.						0						0
5.	Котлы – утилизаторы	обяз. уч.						8						8
		сам. р.						0						0
6.	Промышленная безопасность	обяз. уч.						2	6					8
		сам. р.						0	0					0
7.	Охрана труда	обяз. уч.							10					10
		сам. р.							0					0
8.	Проверка знаний (экзамен)	обяз. уч.							8					8

			сам. р.							0					0
<b>Б</b>	<b>Производственное обучение</b>		обяз. уч.	0	0	0	0	0	0	16	40	40	40	24	160
			сам. р.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1.	Знакомство с рабочим местом машиниста ГТУ	обяз. уч.							16	4				20
			сам. р.							0	0				0
	2.	Изучение технологических схем и конструкции оборудования газотурбинного цеха	обяз. уч.								36	4			40
			сам. р.								0	0			0
	3.	Стажировка на рабочем месте машиниста	обяз. уч.									36	6		42
			сам. р.									0	0		0
	4.	Самостоятельное выполнение работ в качестве машиниста ГТУ 4-го разряда	обяз. уч.										36	6	42
			сам. р.										0	0	0
	5.	<b>Консультация</b>	обяз. уч.											8	8
			сам. р.												0
	6.	Итоговая аттестация (квалификационная пробная работа)	обяз. уч.											8	8
			сам. р.												0
<b>Всего час. в неделю обязательной учебной нагрузки</b>				<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>24</b>	<b>424</b>
<b>Всего час. в неделю самостоятельной работы обучающихся</b>				<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Всего часов в неделю</b>				<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>24</b>	<b>424</b>





2.4.	Топливо и процесс горения	обяз. уч.			8							8
		сам. р.			0							0
2.5.	Камеры сгорания	обяз. уч.			8							8
		сам. р.			0							0
2.6.	Теплообменные аппараты и сосуды	обяз. уч.			20							20
		сам. р.			0							0
2.7.	Трубопроводы и арматура	обяз. уч.			4	4						8
		сам. р.			0	0						0
2.8.	Насосы	<b>обяз. уч.</b>				8						8
		<b>сам. р.</b>				<b>0</b>						<b>0</b>
2.9.	Система регулирования ГТУ	обяз. уч.			8							8
		сам. р.			0							0
2.10.	Топливное хозяйство ГТУ	обяз. уч.			8							8
		сам. р.			0							0
2.11.	Маслохозяйство ГТУ	обяз. уч.			8							8
		сам. р.			0							0
2.12.	Пункт подготовки газа и дожимная компрессорная станция	<b>обяз. уч.</b>			4	<b>4</b>						8
		<b>сам. р.</b>			<b>0</b>	<b>0</b>						<b>0</b>
2.13.	Валоповоротные устройства	обяз. уч.				8						8
		сам. р.				0						0
2.14.	Противопожарные устройства	обяз. уч.				8						8
		сам. р.				0						0
3.	<b>Эксплуатация ГТУ</b>	<b>обяз. уч.</b>					<b>20</b>	<b>18</b>				<b>38</b>
		<b>сам. р.</b>					<b>0</b>	<b>0</b>				<b>0</b>
4.	<b>Системы контроля, управления и автоматики</b>	обяз. уч.						12				12
		сам. р.						0				0
5.	<b>Котлы – утилизаторы</b>	обяз. уч.						8				8
		сам. р.						0				0
6.	<b>Промышленная безопасность</b>	обяз. уч.						2	6			8
		сам. р.						0	0			0
7.	<b>Охрана труда</b>	<b>обяз. уч.</b>							<b>10</b>			<b>10</b>
		<b>сам. р.</b>							<b>0</b>			<b>0</b>
8.	<b>Проверка знаний (экзамен)</b>	<b>обяз. уч.</b>							<b>8</b>			<b>8</b>

			сам. р.							0				0
Б	Производственное обучение		обяз. уч.	0	0	0	0	0	0	16	40	40	24	120
			сам. р.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1.	Знакомство с рабочим местом машиниста ГТУ	обяз. уч.							14				14
			сам. р.							0				0
	2.	Изучение технологических схем и конструкции оборудования газотурбинного цеха	обяз. уч.							2	28			30
			сам. р.							0	0			0
	3.	Стажировка на рабочем месте машиниста	обяз. уч.								12	20		32
			сам. р.								0	0		0
	4.	Самостоятельное выполнение работ в качестве машиниста ГТУ 4-го разряда	обяз. уч.									20	12	32
			сам. р.									0	0	0
	5.	<b>Консультация</b>	обяз. уч.										4	4
			сам. р.										0	0
	6.	Итоговая аттестация (квалификационная пробная работа)	обяз. уч.										8	8
			сам. р.										0	0
<b>Всего час. в неделю обязательной учебной нагрузки</b>				<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>24</b>	<b>384</b>
<b>Всего час. в неделю самостоятельной работы обучающихся</b>				<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Всего часов в неделю</b>				<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>24</b>	<b>384</b>

## Календарный учебный график

освоения программы повышения квалификации  
«Машинист газотурбинных установок» 4 разряда

№ раздела	№ темы	Наименование разделов, дисциплин, тем	Виды учебной нагрузки	номера недель обучения							итого
				количество часов							
				1	2	3	4	5	6	7	
<b>A</b>	<b>Теоретическое обучение</b>		обяз. уч.	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>160</b>
			сам. р.	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>1.</b>	<b>Общетехнический курс</b>	обяз. уч.	<b>20</b>							<b>20</b>
			сам. р.	0							0
	1.1	Общие вопросы энергетики	обяз. уч.	4							4
			сам. р.	0							0
	1.2	Основные сведения из теплотехники	обяз. уч.	4							4
			сам. р.	0							0
	1.3	Основы газодинамики	обяз. уч.	4							4
			сам. р.	0							0
	1.4	Основы электротехники	обяз. уч.	4							4
			сам. р.	0							0
	1.5	Материаловедение	обяз. уч.	4							4
			сам. р.	0							0
	<b>2.</b>	<b>Специальный курс (спецтехнология)</b>	обяз. уч.	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>22</b>					<b>82</b>
			сам. р.	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>					0
	2.1.	Основы теории газотурбинных установок	обяз. уч.	8							8
			сам. р.	0							0
	2.2.	Газовые турбины	обяз. уч.	8							8
			сам. р.	0							0
	2.3.	Компрессоры	обяз. уч.	4							4
			сам. р.	0							0

	2.4.	Топливо и процесс горения	обяз. уч.		8					8
			сам. р.		0					0
	2.5.	Камеры сгорания	обяз. уч.		8					8
			сам. р.		0					0
	2.6.	Теплообменные аппараты и сосуды	обяз. уч.		10					10
			сам. р.		0					0
	2.7.	Трубопроводы и арматура	обяз. уч.		8					8
			сам. р.		0					0
	2.8.	Насосы	<b>обяз. уч.</b>		4					4
			<b>сам. р.</b>		<b>0</b>					<b>0</b>
	2.9.	Система регулирования ГТУ	обяз. уч.		2	2				4
			сам. р.		0	0				0
	2.10.	Топливное хозяйство ГТУ	обяз. уч.			4				4
			сам. р.			0				0
	2.11.	Маслохозяйство ГТУ	обяз. уч.			4				4
			сам. р.			0				0
	2.12.	Пункт подготовки газа и дожимная компрессорная станция	<b>обяз. уч.</b>			8				8
			<b>сам. р.</b>			<b>0</b>				<b>0</b>
	2.13.	Валоповоротные устройства	обяз. уч.			2				2
			сам. р.			0				0
	2.14.	Противопожарные устройства	обяз. уч.			2				2
			сам. р.			0				0
	<b>3.</b>	<b>Эксплуатация ГТУ</b>	<b>обяз. уч.</b>			<b>18</b>	<b>8</b>			<b>26</b>
			<b>сам. р.</b>			<b>0</b>	<b>0</b>			<b>0</b>
	<b>4.</b>	<b>Системы контроля, управления и автоматики</b>	обяз. уч.				<b>6</b>			<b>6</b>
			сам. р.				<b>0</b>			<b>0</b>
	<b>5.</b>	<b>Котлы – утилизаторы</b>	обяз. уч.				<b>6</b>			<b>6</b>
			сам. р.				<b>0</b>			<b>0</b>
	<b>6.</b>	<b>Промышленная безопасность</b>	обяз. уч.				<b>6</b>			<b>6</b>
			сам. р.				0			0
	<b>7.</b>	<b>Охрана труда</b>	<b>обяз. уч.</b>				<b>6</b>			<b>6</b>
			<b>сам. р.</b>				<b>0</b>			<b>0</b>
	<b>8.</b>	<b>Проверка знаний (экзамен)</b>	обяз. уч.				<b>8</b>			<b>8</b>



# Учебная программа.

## Теоретическое обучение

### Раздел 1. Общетехнический курс

#### Тема 1.1. Общие вопросы энергетики

Значение энергетики в развитии Российской Федерации. Электрические станции - основа развития страны. Этапы развития энергетики в России. Типы электрических станций, их преимущества и недостатки. Принципы размещения электростанций в регионах, промышленных центрах и городах. Структура выработки электроэнергии в России.

Электростанция, как промышленная единица. Назначение цехов и отделов. Административное и оперативное управление электростанцией, требования к электростанции.

Принципиальная схема конденсационной электростанции и теплоэлектроцентрали, электростанций с газовыми турбинами и парогазовыми установками.

Графики электрической и тепловой нагрузок. Взаимоотношения между электростанцией и диспетчерским управлением.

#### Тема 1.2. Основные сведения из теплотехники

Первый и второй закон термодинамики. Адиабатный, политропный процессы.

Основные понятия и определения. Энтальпия жидкости и пара. Идеальный цикл теплового двигателя. Внутренняя энергия. Теплоемкость. Теплопередача. Теплопроводность. Теплообмен: конвективный, теплоизлучением, сложный теплообмен.

#### Тема 1.3. Основы газодинамики

Основные понятия и уравнения газовой динамики. Уравнение неразрывности потока. Уравнения количества движения жидкости. Уравнение сохранения энергии. Параметры течения в произвольном сечении одномерного потока. Параметры торможения. Газодинамические функции. Понятие о скачках уплотнения. Потери энергии в скачках. Ламинарное и турбулентное движение газа. Пограничный слой. Сопротивление в потоке. Истечение газа из суживающихся сопел и отверстий. Сверхзвуковые сопла. Движение газа в диффузорах и конфузорах. Газовые струи и струйные аппараты. Максимальный расход и критическая скорость истечения газа. Критический перепад давлений. Течение газа через решетки турбомашин. Геометрические и газодинамические параметры решеток. Силы, действующие на профиль лопатки в потоке газа. Аэродинамические характеристики решеток и потери энергии.

#### Тема 1.4. Основы электротехники

Электрический ток. Основные понятия. Электрические измерения. Электрическая цепь. Сопротивление и проводимость. ЭДС. Напряжение. Ток. Единицы измерения. Закон Ома. Закон Кирхгофа. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность электрического тока. Короткое замыкание. Сопротивление и проводимость.

Электрическая цепь. Типы соединений проводников. Проводники и диэлектрики. Магнитное поле. Проводник с током в магнитном поле. Получение постоянного тока. Принцип действия электродвигателя постоянного тока. Получение переменного тока. Самоиндукция, ЭДС самоиндукции. Трехфазный переменный электрический ток. Генераторы и электродвигатели трехфазного тока.

Трансформаторы. Аккумуляторные батареи на электростанции.

Преимущества и недостатки электродвигателей постоянного и переменного тока и их применение на электростанции. Коэффициент полезного действия. Тепловое действие электрического тока.

Средства измерения.

### **Тема 1.5. Материаловедение**

Стали и сплавы, применяемые в энергомашиностроении. Материалы, стали и сплавы, применяемые в газовых турбинах. Физические и химические свойства металлов и сплавов. Механические свойства. Железоуглеродные сплавы.

Классификация сталей. Основные сведения о стали. Углеродистая сталь.

Легированная сталь. Условные обозначения сталей. Нержавеющие стали, жаростойкие, жаропрочные, магнитные и износостойкие стали.

Легирующие присадки. Влияние легирующих присадок на свойства металлов и сталей. Термообработка. Цель термообработки. Основы термической обработки. Виды термической обработки.

Цветные металлы и их сплавы. Медь и ее сплавы. Алюминий и его сплавы. Применение в энергетике цветных металлов. Антифрикционные сплавы. Баббиты.

Старение металлов, Коррозия металлов и сплавов. Понятие о коррозии. Предохранение металла от коррозии. Эрозия и коррозия элементов турбин. Меры по предупреждению эрозии и коррозии.

Сварка и резка металлов. Общие сведения о сварке. Газовая и электродуговая сварка и резка металла. Виды сварных соединений. Термообработка металлов и сплавов,

Прокладочные и уплотнительные материалы. Резина, параниты, картон, фольга, металлические прокладки. Требования к прокладочному материалу. Асбестовые и пеняковые набивки. Новые набивочные материал. Пластмассы.

Изоляция. Назначение и требования к ней. Теплоизоляционные материалы. Контроль за состоянием теплоизоляции.

## **Раздел 2. Специальный курс**

### **Тема 2.1. Основы теории газотурбинных установок**

Газотурбинный цикл и его параметры. Рабочий процесс в газовой турбине. Работа сжатия и расширения.

Схема и основные параметры газотурбинной установки. Влияние начальных и конечных параметров рабочего тела на термодинамическую эффективность газотурбинного цикла. Зависимость характеристик ГТУ от начальной температуры продуктов сгорания. Методы и способы повышения экономичности ГТУ. ГТУ с промежуточным подводом тепла и промежуточным охлаждением циклового воздуха. Регенеративные ГТУ. ГТУ с утилизацией тепла уходящих газов. Замкнутые ГТУ и ГТУ с разомкнутым циклом. КПД газотурбинных установок. Пути повышения экономичности ГТУ. Ступени. Расчет количества ступеней. Выбор числа ступеней в турбине.

### **Тема 2.2. Газовые турбины**

Конструктивные схемы ГТУ отечественного и зарубежного производства.

Основные особенности газовых турбин и компоновка. Характеристика газовых турбин. Активные и реактивные турбины.

Проточная часть турбины. Условия работы деталей проточной части турбины. Охлаждение элементов газовой турбины. Воздушное и водяное охлаждение. Влияние охлаждения элементов на характеристику газовых турбин.

Конструкция элементов газовой турбины: лопатки, цилиндры, роторы, диски и другие элементы газовой турбины. Требования, предъявляемые к лопаткам. Колебания лопаток. Материал лопаток. Обеспечение надежной работы лопаток. Основные повреждения лопаток.

Гибкие и жесткие валы. Материал для роторов. Колебания валов. Ротор. Типы роторов. Конструкция ротора. Критическая частота вращения. Диски. Колебания дисков. Цикличность нагрузок и ее влияние на надежность работы роторов.

Подшипники: назначение, конструкция, механические нагрузки. Влияние конструкции подшипника на виброустойчивость вала. Муфты. Корпус газовой турбины. Конструкция и условия работы корпусов. Деформации корпусов. Материалы для корпусов.

Диффузоры и конфузоры газовой турбины. Конструктивные схемы ГТУ.

Уплотнения турбины. Промывка проточной части турбины.

### **Тема 2.3. Компрессоры**

Назначение и основные типы компрессоров газотурбинных установок. Осевой и центробежный компрессоры.

Рабочий процесс в ступени компрессора.

Конструкция компрессора. Число ступеней компрессора. Валы, подшипники, ступени, уплотнения, корпус, направляющие и рабочие лопатки.

Проточная часть компрессора. Ступенчатое сжатие. Охлаждение. Распределение параметров воздуха по высоте лопаток. Входные конфузоры, выхлопные диффузоры.

КПД компрессора. Производительность компрессора. Характеристика компрессора. Частота вращения.

Срывные явления в проточной части. Помпаж и причины его возникновения. Противопомпажные мероприятия. Эффективность работы компрессора. Повреждения. Промывка проточной части. Фильтры и глушители.

### **Тема 2.4. Топливо и процесс горения**

Топливо для газотурбинных установок и его характеристика. Теплота сгорания топлива. Элементарный состав топлива. Классификация видов топлива. Характеристика различных видов топлива. Теплотворная способность топлива. Условное топливо. Удельный расход топлива. Виды топлив, сжигаемых в камерах сгорания.

Дизельное и газотурбинное топливо. Состав жидкого топлива. Характеристика жидкого топлива. Вредные составляющие. Требования к качеству жидкого топлива для ГТУ.

Процесс горения. Скорость горения. Самовоспламенение и принудительное воспламенение. Сжигание топлива в камере сгорания. Продукты сгорания. Стабилизатор фронта пламени. Коэффициент избытка воздуха.

Принципиальная возможность применения твердого топлива для ГТУ.

### **Тема 2.5. Камеры сгорания**

Основные характеристики камеры сгорания. Тепловая производительность и теплонапряженность камеры сгорания.

Конструкция камер сгорания. Классификация камер сгорания. Типы камер сгорания. Условия работы камер сгорания. Основные повреждения. Материалы и стали для камер



сгорания.

Фронтные устройства. Форсунки и горелки. Пламенная труба. Подача воздуха в камеру сгорания. Способы охлаждения элементов камеры сгорания.

Коэффициент полезного действия. Потери в камере сгорания. Температурное поле в камере сгорания.

Вредные выбросы.

### **Тема 2.6. Теплообменные аппараты и сосуды**

Назначение теплообменных аппаратов. Теплообменные аппараты в схемах газотурбинных установок.

Теплообменные аппараты: рекуперативные, регенеративные, смешивающие.

Конструкция теплообменных аппаратов и сосудов. Характеристики теплообменных аппаратов. Трубчатые теплообменные аппараты. Пластинчатые теплообменные аппараты. Коэффициент теплопередачи. Гидравлические потери. Схемы движения среды.

Требования Ростехнадзора к конструкции теплообменных аппаратов и сосудов. Общие требования. Изготовление, реконструкция, монтаж, наладка и ремонт. Гидравлические испытания сосудов. Предохранительные устройства. Указатели уровня жидкости. Техническое освидетельствование, и разрешение на эксплуатацию. Надзор, содержание и обслуживание сосудов. Ремонт.

Материалы и стали для сосудов и теплообменных аппаратов. Условия работы.

Причины повреждаемости теплообменных аппаратов. Дефекты.

Техническое освидетельствование теплообменных аппаратов. Эксплуатация теплообменных аппаратов.

### **Тема 2.7. Трубопроводы и арматура**

Требования Ростехнадзора к трубопроводам. Категории трубопроводов. Материалы. Конструкция трубопроводов. Компенсаторы, криволинейные элементы. Дренажи, воздушники, компенсаторы, опорно-подвесная система трубопроводов. Прокладка трубопроводов. Обслуживание трубопроводов. Контроль за состоянием трубопроводов.

Техническое освидетельствование трубопроводов.

Арматура. Запорная, регулирующая арматура, обратные, перепускные клапаны. Требования к арматуре. Материалы и стали. Конструкция арматуры. Классификация арматуры. Обслуживание арматуры. Неисправности арматуры.

### **Тема 2.8. Насосы**

Назначение насосов, типы, конструкция насосов. Центробежные насосы, поршневые насосы, насосы объемного типа.

Конструкция насосов. Валы, рабочие колеса, уплотнения, разгрузочные устройства, подшипники, проточная часть насоса, корпус насоса. Материалы насоса. Подготовка насоса к пуску. Особенности пуска насосов объемного типа. Особенности пуска насосов, находящихся под вакуумом. Масляные насосы. Топливные насосы.

### **Тема 2.9. Система регулирования ГТУ**

Основные сведения по теплотехническим измерениям.

Измерения температуры. / Температурные шкалы. Термометры. Манометрические термометры. Термоэлектрические пирометры. Термометры сопротивления. Потенциометры.

Оптические пирометры.

Измерение давления. Манометры. Типы манометров. Тягонапоромеры. Дифференциальные и электроконтактные манометры.

Измерительные устройства. Острая диафрагма, сдвоенная диафрагма, сегментная диафрагма. Измерения расхода жидких и газообразных сред.

Измерение механических величин: частоты вращения, удлинения турбины, уровней вибрации, мощности. Погрешность измерения,

Необходимость системы регулирования и автоматизации работы оборудования. Принципиальные схемы автоматического регулирования. Статические и динамические характеристики системы регулирования. Степень нечувствительности и неравномерность регулирования. Примеры конструирования систем регулирования. Основные неисправности системы регулирования.

### **Тема 2.10. Топливное хозяйство ГТУ**

Система топливоподготовки и ввода присадок к топливу. Хранение жидкого топлива. Топливная насосная станция. Топливопроводы.

Подвод газа на ГТУ-ТЭС. Принципиальная схема газоснабжения ГТУ-ТЭС. Наружные и внутренние газопроводы. Газовая арматура. Предохранительно-сбросной и предохранительно-запорный клапан. Принципиальная возможность использования твердого топлива в ГТУ.

### **Тема 2.11. Маслохозяйство ГТУ**

Масла, применяемые в системах смазки и регулирования. Свойства масел, требования к ним. Масляная система ГТУ. Маслобак. Маслопроводы. Масляные насосы. Маслоохладители. Вредные примеси. Очистка масла. Система аварийного маслоснабжения ГТУ.

### **Тема 2.12. Пункт подготовки газа и дожимная компрессорная станция**

Назначение пункта подготовки газа. Требования к пункту подготовки газа и его оборудованию. Оборудование, входящее в состав пункта подготовки газа; блок редуцирования (компримирования) давления газа, блок очистки, блок осушки, блок подогрева. Контроль за работой пункта подготовки газа. Сроки проверки параметров срабатывания ПСК и ПЗК. Техническое обслуживание, текущий ремонт, капитальный ремонт газопроводов ППГ и оборудования ППГ.

Дожимная компрессорная станция. Оборудование, входящее в состав дожимной компрессорной станции. Эксплуатация дожимной компрессорной станции. Случаи аварийного останова дожимного компрессора. Контроль загазованности в помещении пункта подготовки газа и дожимной компрессорной станции.

### **Тема 2.13. Валоповоротные устройства**

Типы, назначение и конструкция валоповоротных устройств. Подготовка валоповоротного устройства к работе. Включение в работу. Вывод из работы. Пусковые устройства. Типы и особенности эксплуатации.

### **Тема 2.14. Противопожарные системы**

Назначение. Элементы, входящие в состав противопожарных систем. Датчики и приборы. Схема пожарной воды, пожарные насосы, пожарные краны, шланги. Схема пенного пожаротушения. Индивидуальные средства пожаротушения. Правила пользования средствами

пожаротушения.

### **Раздел 3. Эксплуатация ГТУ**

Подготовка к пуску ГТУ, необходимые технологические операции. Запрет на пуск ГТУ. Пуск ГТУ, последовательность пусковых операций. Разворот вала газовой турбины с помощью пускового устройства. Разворот газовой турбины до режима самоходности, до режима холостого хода. Допустимые критерии и скорости нагружения. Случаи немедленного прекращения пусковых операций в период разворота газовой турбины.

Контроль за работой ГТУ при ее эксплуатации. Способы регулирования нагрузки энергетических газовых ГТУ и управление режимами. Эксплуатационные показатели ГТУ. Ведение суточных ведомостей. Контроль за режимами работы и состоянием ГТУ. Ограничения, налагаемые на режим работы ГТУ при ее работе в теплофикационном режиме совместно с котлом-утилизатором. Тепловые характеристики ГТУ. Неисправности в работе ГТУ.

Влияние параметров наружного воздуха на характеристики энергетических ГТУ. Штатный останов ГТУ. Последовательность технологических операций. Выбег ротора. Контроль за выбегом. Охлаждение ротора ГТУ после останова. Отрицательные последствия нарушения режима охлаждения. Аварийный останов ГТУ. Действия персонала при аварийном останове. Останов ГТУ персоналом по согласованию с главным инженером. Останов ГТУ с котлом - утилизатором.

### **Раздел 4. Система контроля, управления и автоматики**

Предупредительная и аварийная сигнализация. Назначение и принцип действия блокировок и автомата ввода резерва. Эксплуатационные и аварийные отклонения параметров. Установки срабатывания защит. Назначение и принцип действия защит. Классификация защит.

Контроль параметров в системах ГТУ, загазованности помещений, пункта подготовки газа и дожимной компрессорной станции, газоснабжения ГТУ.

Технологические блокировки собственно ГТУ и с котлом-утилизатором.

Защиты ГТУ.

Требования к защитам и блокировкам. Ввод защит в работу и вывод защит из работы.

### **Раздел 5. Котлы-утилизаторы**

Назначение и конструкция котлов-утилизаторов Вертикальная и горизонтальная компоновка котлов-утилизаторов Паровые и водогрейные котлы, комбинированные котлы Одноконтурные и многоконтурные котлы Компенсация температурных расширений, возникающих в котлах при пуске ГТУ Размещение котлов-утилизаторов в схеме парогазовой установки. Преимущества и недостатки. Эксплуатация котлов-утилизаторов

### **Раздел 6. Промышленная безопасность**

Федеральный надзор в области промышленной безопасности. Основные понятия. Опасные производственные объекты. Требования промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта. Техническое расследование причин аварий, инцидентов, а также несчастны случаев, произошедших в результате аварии.

### **Раздел 7. Охрана труда.**

Общие правила безопасности: требования к территории, помещениям и рабочим местам,

к оборудованию. Обслуживание оборудования. Подъем и транспортировка тяжестей. Работа на высоте, с лесов, подмостей и других

приспособлений. Работа в подземных сооружениях и резервуарах. Обслуживание теплообменник аппаратов и трубопроводов.

Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ: наряд-допуск, распоряжение. Лица, ответственные за безопасность работ, их права и обязанности. Порядок выдачи и оформления наряда. Допуск бригады к работе, надзор во время работы, изменения в составе бригады, оформление перерывов в работе. Окончание работы. Закрытие наряда - допуска. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Пределы воспламеняемости горючих газов в воздухе. Знаки безопасности для тепломеханического оборудования.

## **Раздел 7. Проверка знаний (экзамен)**

### **Производственное обучение**

#### **Тема 1. Знакомство с рабочим местом машиниста ГТУ**

Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности и охране труда. Изучение правил внутреннего распорядка, графика работы сменного персонала. Изучение технологической схемы станции, зон обслуживания оборудования, закрепленного за цехами. Изучение "Правил техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей» и «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» в пределах должности машиниста ГТУ. Изучение рабочего места машиниста ГТУ, должностных и производственных инструкций персонала, занятого обслуживанием газотурбинного оборудования.

#### **Тема 2. Изучение технологических схем и конструкции оборудования газотурбинного цеха**

Изучение технических характеристик, чертежей и рисунков оборудования. Изучение тепловых схем газотурбинного цеха по месту, подачи масла на подшипники, систем вентиляции, маслопроводов, пожарных трубопроводов, тепловых схем, используемых для собственных нужд цеха. Изучение топливного хозяйства электростанции.

#### **Тема 3. Стажировка на рабочем месте машиниста ГТУ**

Стажировка на рабочем месте предусматривает работу стажера под руководством опытного машиниста. При этом, стажер осваивает приемы и методы управления работой газотурбинной установки, изменением нагрузки, контролем за параметрами работы, выполняет операции по выводу оборудования

В ремонт, выводу из ремонта и другие технологические операции, предусмотренные производственными инструкциями. Изучать вопросы ведения режимов, расположение приборов на щитах управления. Порядок уставки защит и блокировок. Работу защитных приборов. Работу блокировок. Порядок пуска и останова ГТУ. Рассматривает аварийные ситуации, плановый и аварийный останова ГТУ. Вывод оборудования в ремонт.

#### **Тема 4. Самостоятельное выполнение работ в качестве машиниста ГТУ 4-го разряда**

Дублирование предполагает самостоятельную работу дублера с выполнением всех операций по ведению режима.

**Тема 5. Консультация**

**Тема 6. Итоговая аттестация (квалификационная пробная работа)**

Собеседование и выполнение контрольных практических работ с выставлением оценки и присуждением квалификации «Машинист ГТУ» 4 разряда.

## Перечень технической литературы и нормативно-технических документов

1. ГОСТ 14202-69. Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки.
2. ГОСТ 51852-2001. Установки газотурбинные. Термины и определения.
3. ПБ 12-529-03. Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления.
4. ПБ 10-574-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.
5. ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
6. ПБ 10-574-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды
7. РД 153-34.1-30.106-00. Правила технической эксплуатации газового хозяйства газотурбинных и парогазовых установок тепловых электростанций.
8. СО 153-34.20.501-2003. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации.
9. РД 34.03.201-97. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей.
10. РД 153-34.0-03.301-00 (ВППБ 01-02-95), 2000. Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий.
11. Ольховский Г.Г. Энергетические газотурбинные установки. Энергоатомиздат, 1985.
12. Арсеньев Л.В., Тырышкин В.Г., Богов И.А, и др. Стационарные газотурбинные установки. Справочник. Л. Машиностроение, 1989.
13. Соколов В.С. Газотурбинные установки. М. Высшая школа, 1986.
14. Старожук Я.П. Камеры сгорания стационарных газотурбинных и парогазовых установок. Л. Машиностроение, 1978.
15. Могильницкий И.П. Машинист газотурбинного агрегата. М. Недра, 1973.
16. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н, Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. М. МЭИ, 2002.
17. Кязимов К.Г. Гусев В.Е. Основы газового хозяйства. М. 2000. для энергетических предприятий.
18. Баранов П.А. Эксплуатация и ремонт паровых и водогрейных котлов. М. 1986.
19. Деев Л.В., Балахничев Н.А. Котельные установки и их обслуживание. М. Высшая школа, 1990.
20. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»
21. «Порядок проведения технического расследования причин аварий и инцидентов на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» РД 03-28-2008.

## Перечень программных и технических средств

- информационные стенды,
- наглядные пособия,
- демонстрационный комплект деталей, инструментов, приспособлений,
- комплект бланков технологической документации,
- комплект учебно-методической документации,
- макет крана,
- наборы механизированных и немеханизированных инструментов и приспособлений,
- наглядные пособия (плакаты, таблицы),
- методические пособия,
- учебная и справочная литература.