

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГАЗПРОМ КОЛЛЕДЖ ВОЛГОГРАД»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

2017

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе
Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС)
по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО)
15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования
(по отраслям) базовая подготовка

Одобрено цикловой комиссией
профессионального цикла специальностей
21.02.03 (ЭГП), 15.02.01 (МТЭ)

Протокол № 1
от «30» сентября 2017 г.

Председатель ЦК С.Н. Савеня

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зам. директора по УВР

Е.Ю. Камынина

«01» октября 2017 г.

Разработчики:

Елманова И.И., преподаватель ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград»

Князькина О.Ю., к.п.н., преподаватель ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград»

Рецензенты:

Савеня С.Н. – преподаватель ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград»

Мололкин А.В. – главный инженер Инженерно-технического центра
ООО «Газпром трансгаз Волгоград»

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	19
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	25

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Технологическое оборудование

1.1. Область применения примерной программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям) по программе базовой подготовки.

Рабочая программа учебной дисциплины может быть использована в дополнительном профессиональном образовании (в программах повышения квалификации и переподготовки) и профессиональной подготовке по профессиям рабочих: 18559 Слесарь-ремонтник, 18446 Слесарь механосборочных работ, 15594 Оператор заправочных станций, 19756 Электрогазосварщик, 18556 Слесарь по эксплуатации и ремонту подземных газопроводов и др.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы: дисциплина входит в общепрофессиональные дисциплины профессионального цикла.

1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- читать кинематические схемы;
- определять параметры работы оборудования и его технические возможности;

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- назначение, область применения, устройство, принципы работы оборудования;
- технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования;
- нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации.

В результате освоения учебной дисциплины должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и

нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

ПК 1.1. Руководить работами, связанными с применением грузоподъемных механизмов, при монтаже и ремонте промышленного оборудования.

ПК 1.2. Проводить контроль работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования с использованием контрольно-измерительных приборов.

ПК 1.3. Участвовать в пусконаладочных работах и испытаниях промышленного оборудования после ремонта и монтажа.

ПК 1.4. Выбирать методы восстановления деталей и участвовать в процессе их изготовления.

ПК 1.5. Составлять документацию для проведения работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования.

ПК 2.1. Выбирать эксплуатационно-смазочные материалы при обслуживании оборудования.

ПК 2.2. Выбирать методы регулировки и наладки промышленного оборудования в зависимости от внешних факторов.

ПК 2.3. Участвовать в работах по устранению недостатков, выявленных в процессе эксплуатации промышленного оборудования.

ПК 2.4. Составлять документацию для проведения работ по эксплуатации промышленного оборудования.

ПК 3.1. Участвовать в планировании работы структурного подразделения.

ПК 3.2. Участвовать в организации работы структурного подразделения.

ПК 3.3. Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.

ПК 3.4. Участвовать в анализе процесса и результатов работы подразделения, оценке экономической эффективности производственной деятельности.

1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение рабочей программы учебной дисциплины:

максимальной учебной нагрузки обучающегося 214 часа, в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 148 часа;

самостоятельной работы обучающегося 66 часов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объём часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	214
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	148
в том числе:	
практические работы	32
лабораторные работы	-
контрольные работы	-
курсовая работа (проект)	-
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	66
в том числе:	
тематика внеаудиторной самостоятельной работы	66
Итоговая аттестация в форме экзамена	

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины «Технологическое оборудование»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
Раздел 1. Машины для сжатия и перемещения природного газа		16	
Тема 1.1 Центробежные нагнетатели, классификация, принцип работы.	<p>Понятие центробежного нагнетателя (ЦБН) природного газа и их классификация. Принципы действия ЦБН природного газа и его основные характеристики. Основы превращения механической энергии в кинетическую (скоростную) и кинетической в потенциальную (давление).</p> <p>Работа ЦБН на сеть. Способы подключения и регулирования работы, материальный и энергетический баланс, рабочая точка, соотношения характеристик сети и ЦБН на расходно-напорной характеристике. Понятие помпажа и методы антипомпажной защиты.</p>	4	1
	Самостоятельная работа обучающихся		
	Размещение основного и вспомогательного оборудования на современных КС ОАО «Газпром»	2	
Тема 1.2 Центробежные нагнетатели, основные узлы	<p>Простейшая модель центробежного нагнетателя природного газа. Назначение, устройство, конструкционные материалы, технологии изготовления и компоновка элементов проточной части, корпусных и опорно-уплотнительных узлов. Устройство одноступенчатого ЦБН. Особенности конструкции ЦБН с двумя ступенями сжатия.</p>	2	2
	Самостоятельная работа обучающихся		
	Центробежные нагнетатели природного газа. Назначение. Классификация. Основные узлы. Основные технические показатели. Работа нагнетателя на сеть. Способы регулирования работы.	2	
Тема 1.3 Центробежные нагнетатели, основные системы (смазки, уплотнения, антипомпажного регулирования и защиты)	<p>Система смазки ЦБН. Схема. Основные узлы. Работа системы. Система уплотнения ЦБН. Схема. Основные узлы. Уплотняющие среды. Лабиринтовые уплотнения. Торцевые уплотнения. Работа системы. Особенности организации смазки и уплотнения в двух и многоступенчатых ЦБН. Современные технологии безмаслянного уплотнения (газовое, воздушное). Система антипомпажного регулирования и защиты ЦБН. Схема. Основные узлы. Работа системы.</p>	2	3
	Практическое занятие № 1		
	Рассмотрение устройства и работы системы смазки и уплотнения ЦБН.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся		

1	2	3	4
	Написание рефератов по темам: Помпаж ЦБН. Понятие, физическая сущность и причины помпажа. Способы антипомпажного регулирования	2	
Раздел 2. Газотурбинные установки		36	
Тема 2.1 Общие понятия о газотурбинном двигателе. История создания и опыт использования в транспорте газа.	Понятия газотурбинного двигателя и рабочего тела. Основы превращения тепла в работу. Понятие газотурбинной установки (ГТУ). Хронология создания и развития ГТУ. Принципы действия газотурбинной установки. Области применения ГТУ, их преимущества и недостатки, перспективы совершенствования, развития и использования. Основные фирмы производители ГТУ в стране и мире.	2	2
	Самостоятельная работа обучающихся Написание реферата на тему: «Принцип действия и хронология развития ГТУ».	2	
Тема 2.2 Схемы, устройство и принцип работы ГТУ	Термодинамические параметры в процессе изменения состояния рабочего тела (газа). Основные характеристики ГТУ: степень повышения давления, степень регенерации. Работа сжатия и расширения газа, мощность и эффективный к.п.д. ГТУ. Простейшие принципиальные схемы ГТУ открытого цикла. Схема одновальной ГТУ с регенератором. Схема ГТУ с разрезным валом. Принципиальные схемы ГТУ открытого цикла без регенерации тепла и с регенерацией тепла рабочего тела.	2	1
	Самостоятельная работа обучающихся Схема ГТУ с двумя ступенями сжатия, промежуточным охлаждением, двумя ступенями сгорания и регенерацией тепла отработанных газов. Схема ГТУ парогазового цикла.	2	
Тема 2.3 Основные узлы ГТУ. Осевой компрессор	Основные узлы осевого компрессора, конструктивные особенности и материалы. Корпус (статорная часть). Ротор. Элементы проточной части. Схема проточной части осевого компрессора Треугольники скоростей ступени осевого компрессора.. Рабочие и направляющие лопатки, конструкции, геометрия, крепление. Диффузор, конфузор, лопаточный аппарат в компрессоре. Работа ступени.. Подвод и отвод воздуха. Отводящие устройства. Помпаж осевого компрессора и защита от помпажа.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Потери энергии Звуковая изоляция.	2	
Тема 2.4 Основные узлы ГТУ. Камера сгорания.	Назначение камеры сгорания и место в рабочем цикле ГТУ. Принцип сгорания топлива и получения избыточной энергии. Рабочие процессы, происходящие в камере сгорания ГТУ. Характеристики камеры сгорания и требования к ней. Основные узлы камер сгорания, конструктивные особенности и материалы. Фронтные устройства (жаровые трубы). Корпусные элементы. Горелки. Элементы проточной части. Завихрители и смесители, назначение, конструкции, геометрия, крепление. Конструкции	2	2

1	2	3	4
	камер сгорания, включение в конструкцию ГТУ. Подвод воздуха и отвод рабочего тела. Охлаждение элементов КС. Тепловая изоляция.		
	Самостоятельная работа обучающихся	2	
	Написание рефератов на темы: «Способы повышения экологичности и полноты сгорания топлива», «Современные конструкции низкоэмиссионных камер сгорания»		
Тема 2.5 Основные узлы ГТУ. Турбина.	Схема проточной части турбины. Принцип действия и рабочий процесс осевых турбомашин и турбин. Понятия об активной, реактивной ступени. Степень реактивности. Треугольники скоростей ступени турбин. Диффузор, конфузор, лопаточный аппарат в турбине. Работа ступени. Преобразования энергии в турбине. Основные узлы турбин, конструктивные особенности и материалы. Подвод и отвод рабочего тела. Отводящие устройства. Охлаждение горячих элементов и защита от потерь тепла. Звуковая и тепловая изоляция.	2	2
Тема 2.6 Основные узлы ГТУ. Подшипники и уплотнения.	Схема потерь воздуха и рабочего тела из проточной части ГТУ, перетечек технологических сред. Принцип действия и конструкции лабиринтных уплотнений, их особенности, назначение и размещение. Основные опорные элементы ГТУ, конструктивные особенности и классификация подшипников, материалы. Подшипники скольжения, особенности работы, характеристики, способы создания масляного клина, способы восприятия осевых смещений ротора. Подшипники качения, особенности работы, характеристики, способы повышения долговечности и рационального распределения нагрузок, способы восприятия осевых смещений ротора.	2	3
	Самостоятельная работа обучающихся	2	
	Написание реферата на тему: «Безмасляные подшипники (магнитные, керамические, гидростатические и газостатические), особенности работы и конструкции»		
Тема 2.7 Основные узлы ГТУ. Пусковые устройства	Назначение и классификация пусковых устройств. Принцип действия, схемы и конструкции пусковых турбодетандеров, воздушных стартеров, электростартеров и валоповоротного устройства, их особенности, назначение и размещение. Требования к пусковым устройствам.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся	2	
	Современные направления снижения энергоресурсов при запуске ГТУ.		
Тема 2.8 Основные узлы ГТУ. Рама, теплозвукоизоляция, регенератор	Современные направления снижения энергоресурсов. Назначение, конструкция и классификация регенераторов, материалы. Требования к уровню шума. Принцип действия, и конструкции теплозвукоизоляции, глушителей шума, кожухов и боксов. Рамные элементы ГТУ, их особенности. Встроенные маслобаки, назначение и размещение.	2	

1	2	3	4
Тема 2.9 Основные узлы ГТУ. Система смазки, воздухоподготовки, пусковая, топливоподдачи, пожаротушения.	<p>Система смазки ГТУ, назначение, основные узлы, схема, принцип работы. Характеристики смазочного масла.</p> <p>Система воздухоподготовки ГТУ, назначение, основные узлы, методы очистки циклового воздуха и работы антиобледенительных систем. Характеристики и качественные показатели циклового воздуха подаваемого в компрессор.</p> <p>Пусковая система ГТУ, назначение, основные узлы, схема, принцип работы. Особенности схем и работы пусковых систем ГТУ различных типов. Характеристики пускового газа.</p> <p>Система топливоподдачи ГТУ, назначение, основные узлы, схема, принцип работы. Особенности схем и работы систем топливоподдачи ГТУ различных типов. Характеристики топливного газа.</p>	2	
	<p>Самостоятельная работа обучающихся</p> <p>Система пожаротушения ГТУ, назначение, основные узлы, методы тушения пожара и средства пожаротушения, работа системы при пожарах и возгораниях, особенности современных систем газового пожаротушения ГТУ различных типов. Характеристики огнетушащих составов и сред.</p>	2	
Тема 2.10 Основные узлы ГТУ. Системы регулирования и защиты	<p>Система автоматического регулирования ГТУ, назначение, основные узлы, схема, принцип работы при пуске, останове, нормальной эксплуатации и при внештатных ситуациях, особенности схем и работы систем регулирования ГТУ различных типов. Характеристики рабочих сред (воздуха или масла).</p>	2	
	<p>Самостоятельная работа обучающихся</p> <p>Система защиты и сигнализации ГПА, назначение, основные узлы, методы и параметры защиты, работа системы при пуске, останове, нормальной эксплуатации и при внештатных ситуациях, взаимодействие с САР ГТУ. Характеристики датчиков и аварийные уставки.</p>	2	
Раздел 3. Газотурбинные установки стационарного типа на КС		12	
Тема 3.1 ГТУ стационарного типа на КС. ГТУ типа ГТК 10	<p>Газотурбинные установки стационарного типа российского и зарубежного производства. Конструктивные особенности стационарных ГТУ, преимущества и недостатки. Заводы-изготовители. Перспективы стационарных ГТУ.</p> <p>Газотурбинная установка стационарного типа ГТК-10 Невского завода им. В.И. Ленина. Техничко-экономические показатели ГТУ. Тепловая схема, принцип работы. Конструктивные особенности, преимущества и недостатки. Основные узлы конструкции ГТУ и ее отдельных элементов и узлов.</p>	2	3
	<p>Практическое занятие № 2</p>	4	

1	2	3	4
	Рассмотрение конструкции газотурбинной установки ГТК-10-4. по плакатам, чертежам, схемам, планшетам, АОС, тренажерам – имитаторам, на учебном полигоне.		
	Самостоятельная работа обучающихся	2	
	Перспективы модернизации ГТУ ГТК-10.		
Тема 3.2 ГТУ типа ГТК 10И	Газотурбинная установка стационарного типа разработки фирмы Дженерал Электрик (США) на основе модели двигателя MS 3002 типа ГТК-10И. Техничко – экономические показатели ГТУ. Тепловая схема. Принцип работы. Тепловая схема. Характеристики. Основные узлы. Конструкция ГТУ и ее отдельных узлов. Конструкция турбоблока, зоны горения, тракта горячих газов, роторы турбины, соединительная муфта. Система охлаждения и уплотняющего воздуха, привод вспомогательных механизмов (редуктор). Конструктивные особенности, преимущества и недостатки. Системы. Перспективы модернизации ГТУ ГТК-10И.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся		
	Газотурбинная установка стационарного типа разработки фирмы Дженерал Электрик (США) на основе модели двигателя MS 5002 типа ГТК-25И (ГТН-25И). Техничко – экономические показатели ГТУ. Тепловая схема. Принцип работы. Тепловая схема. Характеристики. Основные узлы, конструкция ГТУ и ее отдельных узлов.	2	
Раздел 4. Особенности устройства авиационных и судовых ГТУ на КС		12	
Тема 4.1 Авиационные и судовые газотурбинные технологии на КС	Газотурбинные установки транспортного типа Российского и зарубежного производства. Фирмы производители: Объединенная двигательная корпорация (ОДК), ПО «Пермские моторы», АО Люлька Сатурн, Дженерал Электрик и т.д. Техничко – экономические показатели современных ГТУ транспортного типа. Конструктивные особенности транспортных ГТУ, преимущества и недостатки. Перспективы транспортных конвертированных ГТУ на КС.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся		
Тема 4.2 ГТУ в составе ГПА-Ц-6,3 типа НК-12-СТ	Общие сведения о ГТУ с авиационным приводом ГТУ ГПА-6,3. Техничко-экономические показатели. Тепловая схема. Принцип работы. Основные узлы. Конструкция ГТУ и ее отдельных узлов. Блок газогенератора. Всасывающая камера с контейнером автоматики. Воздухоочистительное устройство с шумоглушителями. Блок маслоохладителей. Двигатель НК-12СТ. Передняя опора. Газогенератор. Камера сгорания с картером турбин. Турбина. Стартер ВС-12. Система маслоснабжения двигателя.	2	1

1	2	3	4
	<p>Практическое занятие № 3</p> <p>Рассмотрение конструкции ГТУ НК-12 СТ в составе ГПА-Ц-6,3»на учебном полигоне, АОС.</p>	2	
<p>Тема 4.3 ГТУ в составе ГПА-Ц-16 типа НК-16 - СТ</p>	<p>ГТУ ГПА-Ц-16, основные технические показатели. Принцип работы. Тепловая схема. Основные узлы. Конструкция ГТУ и ее отдельных узлов. Блок турбогруппы. Основные узлы двигателя НК-16СТ. Модуль двигателя. Газогенераторный узел, свободная турбина. Конструкция свободной турбины. Роторы и подшипниковые узлы ГТУ, камера сгорания. Отличительные особенности ГТУ типа ГПА-Ц-16.</p>	2	1
<p>Тема 4.4 Перспективные ГПА семейства Урал</p>	<p>Газотурбинные установки авиационного типа НПО «Пермские моторы» и ООО «Искра-Турбогаз» на КС. Основные и перспективные модели. Направления конвертации. Техничко – экономические показатели современных ГТУ семейства Урал. Тепловые схемы, принцип работы. Конструктивные особенности ГТУ семейства Урал, преимущества и недостатки. Основные узлы. Перспективы транспортных конвертированных ГТУ семейства Урал на КС. Направления совершенствования технико-экономических и экологических показателей, модернизированные модели, модели в кооперации с ведущими российскими и мировыми производителями транспортных ГТД.</p>	2	3
<p>Раздел 5. Оценка показателей газотурбинных установок</p>		10	
<p>Тема 5.1 Влияние метеорологических и природно-климатических условий на показатели работы ГТУ</p>	<p>Влияние метеорологических и природно-климатических условий: давление атмосферного воздуха, температуры воздуха на входе в ОК, влажности и скорости ветра на эффективную мощность ГТУ, степень сжатия воздуха в ОК, степень регенерации, удельную полезную работу, внутренний к.п.д. ГТУ, расход газа через турбину и воздуха, расход топливного газа в камере сгорания.</p>	2	
<p>Тема 5.2 Расчёты цикла ГТУ с регенерацией и без регенерации тепла отходящих газов.</p>	<p>Расчет цикла ГТУ с регенерацией тепла. Зная данные: давление атмосферного воздуха, температуру воздуха на входе в ОК и рабочего тела на входе в турбину, эффективную мощность ГТУ, степень сжатия воздуха в ОК, степень регенерации. Последовательность расчета - согласно тепловой схеме. Результаты расчета: давление газа на выходе из турбин, давление воздуха на выходе из ОК, давление газа на входе в турбину, действительный теплоперепад в турбине, действительный теплоперепад в ОК, удельная полезная работа, теплота, подводимая к камере сгорания, внутренний к.п.д. ГТУ, расход газа через турбину и воздуха, расход топливного газа в камере сгорания.</p>	2	
	<p>Практическое занятие № 4</p> <p>Расчёт цикла ГТУ без регенерации тепла отходящих газов</p>	4	

1	2	3	4
Тема 5.3 Оценка надёжности ГТУ и показатели, влияющие на надёжность.	Надёжность и ее составляющие. Физический смысл надёжности. Определение надёжности. Понятие безотказности, долговечности и ремонтнопригодности. Основные показатели надёжности. Факторы, влияющие на надёжность ГПА и структура их оценки.	2	
Раздел 6. Электроприводные газоперекачивающие агрегаты		4	
Тема 6.1 Особенности устройства электроприводных ГПА	<p>Устройство принцип действия и рабочий процесс электроприводных газоперекачивающих агрегатов. Назначение, устройство, конструкционные материалы, технологии изготовления и компоновка электропривода, редуктора и центробежного нагнетателя. Основные системы ЭГПА.</p> <p>Особенности конструкции ЭГПА с синхронными и асинхронными двигателями. Фирмы производители. Основные марки и модели, применяемые в транспорте газа. Конструктивные особенности и характеристики, направления совершенствования электропривода и пути экономии энергетических затрат на транспорт газа. Преимущества и недостатки.</p>	2	
	Самостоятельная работа обучающихся		
	Написание реферата на тему: «Направления совершенствования электропривода и пути экономии энергетических затрат на транспорт газа»	2	
Раздел 7. Вспомогательное оборудование и системы КС		14	
Тема 7.1 Система технологического газа	Система технологического газа, её назначение, состав и функциональные звенья. Особенности построения технологических схем КС с полнонапорными и неполнонапорными ЦБН. Типы, конструкции и нумерация и назначение запорной арматуры и её положение перед пуском, при пуске, работе, изменении режима и останове ГПА и станции.	2	
	Практическое занятие № 5		
	Рассмотрение устройства и работы системы технологического газа различных компрессорных цехов	2	
Тема 7.2 Оборудование для очистки технологического газа на КС	Общие сведения о транспортировке природного газа и требованиям ОСТа 81.40 – 93 к транспортируемому газу. Способы и методы очистки газа. Типы и марки оборудования для очистки газа, применяемого на компрессорной станции. Масляные пылеуловители. Циклонные и мультициклонные пылеуловители. Фильтр-сепараторы. Одноступенчатая и двухступенчатая очистка. Принцип работы. Основные узлы. Конструкция. Блок очистки, обвязка. Система удаления жидкости и загрязнений, обогрева, контроля параметров. Запорная, предохранительная и регулирующая аппаратура, приборы КИП на пылеуловителях.	2	

1	2	3	4
Тема 7.3 Оборудование для охлаждения технологического газа после компримирования.	Охлаждение газа после компримирования, способы и методы, основные технические показатели. Принцип работы аппаратов воздушного охлаждения газа. Схема. Основные узлы. Конструкции АВО и ее отдельных узлов. Блок АВО газа, обвязка. Отличительные особенности АВО современного типа, направления модернизации и экономии энергозатрат на охлаждение газа	2	
	Практическое занятие № 6		
	Рассмотрение конструкции, принципа работы и схем обвязки оборудования для очистки и охлаждения технологического газа на КС с применением схем, АОС.	2	
Тема 7.4 Оборудование для подготовки топливного, пускового и импульсного газа.	Назначение систем, схемы, оборудование. Точки отбора. Принцип работы. Требования, предъявляемые к топливному, пусковому и импульсному газу.	2	
Тема 7.5 Система маслоснабжения компрессорного цеха.	Система маслоснабжения компрессорного цеха. Структура и схема. Основное оборудование. Требования к смазочному маслу. Способы и методы очистки масла. Маслоочистные установки.	2	
Раздел 8 Линейная часть		24	
Тема 8.1 Конструктивные решения магистральных газопроводов	Конструктивные решения магистральных газопроводов: подземная, наземная и надземная прокладка МГ. Зависимость конструктивных решений МГ от класса и категорий трубопровода.	2	1
Тема 8.2 Трубы для магистральных газопроводов	Классификация, сортамент труб. Заводы – изготовители труб. Требования к трубам.	2	2
	Самостоятельная работа обучающихся	4	
Тема 8.3 Переходы магистральных газопроводов через естественные и искусственные препятствия	Характеристика искусственных препятствий. Конструктивные схемы переходов под железными и автомобильными дорогами. Конструктивные схемы надземных переходов: балочные, арочные, висячие.	2	3
	Самостоятельная работа обучающихся	2	
Тема 8.4 Механический расчет магистральных газопроводов	Определение толщины стенки МГ: цель расчета, исходные данные, последовательность расчета.	2	2
	Практическое занятие № 7	4	
	Определение толщины стенки магистральных газопроводов.		
Тема 8.5 Арматура труб	Классификация арматуры. Запорная, регулирующая, предохранительная арматура. Условные обозначения арматуры. Требования к арматуре.	4	2

1	2	3	4
	<p>Самостоятельная работа обучающихся</p> <p>Написание реферата на тему: «Современные шаровые краны. Конструктивные особенности кранов отечественного производства, импортного производства. Требования к запорной арматуре».</p>	2	
Раздел 9. Технологическое оборудование газораспределительных станций (ГРС)		26	
Тема 9.1 Назначение, типы, классификация ГРС	<p>Назначение, типы, классификация и формы обслуживания ГРС. Компоновка ГРС. ГРС в блочно-комплектном исполнении.</p> <p>Самостоятельная работа обучающихся</p> <p>Сообщения на темы: «Современные ГРС: технологические операции и оборудование: «Саратов 10», «Урожай 50». «Классификация и формы обслуживания ГРС»</p>	2	2
Тема 9.2 Технические характеристики и технологические возможности регуляторов давления газа	<p>Классификация регуляторов. Регулирование давления газа на ГРС</p> <p>Принцип действия регуляторов давления газа на ГРС. Конструктивные особенности регуляторов давления газа на ГРС.</p> <p>Самостоятельная работа обучающихся</p> <p>Написание рефератов на темы: «Конструктивные особенности регуляторов давления газа типа РДУ». «Назначение, классификация, принцип действия регуляторов типа РД».</p>	4	2
Тема 9.3 Предохранительная арматура ГРС	<p>Назначение, область применения, принцип работы предохранительных кранов.</p> <p>Практическое занятие № 8</p> <p>Определение параметров работы предохранительных клапанов и регуляторов давления газа</p>	2	2
Тема 9.4 Очистка, подогрев, одоризация газа	<p>Классификация пылеуловителей. Сухие фильтры.</p> <p>Конструктивные особенности подогревателей газа.</p> <p>Схема обвязки капельного одоризатора газа, полуавтоматической одоризационной установки, универсального одоризатора газа УОГ-1</p> <p>Самостоятельная работа обучающихся</p> <p>Написание рефератов на темы: «Конструктивные особенности фильтров для очистки газа на ГРС». «Одоризация газа: сигнальная норма концентрации газа, классификация способов одоризации».</p>	2	3
Тема 9.5 Эксплуатация технологического оборудования ГРС	<p>Нормы допустимых нагрузок оборудования ГРС в процессе эксплуатации: регуляторы давления газа, предохранительные клапаны, установки очистки газа, подогреватели газа, одоризационная установка.</p>	2	2
Раздел 10. Технологическое оборудование автомобиль-		24	

1	2	3	4
ных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС)			
Тема 10.1 Газовое моторное топливо. Общая характеристика АГНКС	Преимущества и недостатки сжатого природного газа. Назначение и классификация АГНКС. Технологические схемы стационарных АГНКС и ПАГЗ	2	2
	Самостоятельная работа обучающихся Сообщения на темы: «История применения сжатого природного газа в транспортных двигателях». «Стационарные АГНКС: назначения и состав сооружений».	4	
Тема 10.2 Технические характеристики и технологические возможности оборудования АГНКС	Технические характеристики и технологические возможности оборудования АГНКС: Компрессорные установки; Установки осушки газа на АГНКС; Аккумуляторы, газозаправочные колонки; Вспомогательное оборудование АГНКС; Конструктивные особенности оборудования очистки газа АГНКС; Учет расхода газа на стационарной АГНКС.	4	2
Тема 10.3 Расчет оборудования АГНКС	Расчет оборудования АГНКС: Расчет единичной мощности и выбор компрессоров стационарных АГНКС; Расчет установки осушки газа АГНКС; Расчет регуляторов давления, аккумуляторов на АГНКС.	4	2
	Практические занятия № 9		
	Расчет единичной мощности и выбор компрессоров стационарных АГНКС	4	
Тема 10.4 Эксплуатация технологического оборудования АГНКС	Нормы допустимых нагрузок оборудования АГНКС в процессе эксплуатации: Установка очистки газа; Компрессорная установка; Установка осушки газа; Аккумуляторы; Газозаправочные колонки.	2	2
	Самостоятельная работа обучающихся Сообщения на темы: «Эксплуатация компрессорных установок на АГНКС». «Эксплуатация установки осушки газа». «Эксплуатация газозаправочных колонок».	4	
Раздел 11. Технологическое оборудование станции подземного хранения газа		4	

1	2	3	4
(СПХГ)			
Тема 11.1 Технические характеристики и технологические возможности оборудования СПХГ	Назначение, конструктивные особенности и принцип действия технологического оборудования СПХГ: компрессорный цех, установки очистки газа, установка осушки газа, ГРП.	2	2
Тема 11.2 Расчет вместимости и производительности СПХГ	Активный объем и производительность СПХГ. Аккумулирующая способность и оптимальная длина последнего участка газопровода.	2	2
Раздел 12. Технологическое оборудование базы сжиженного газа (БСГ)		14	
Тема 12.1 Характеристика БСГ	Технологически операции, выполняемые на БСГ. Технологическая схема БСГ. Методы перемещения сжиженного газа на БСГ. Вспомогательные цеха и службы БСГ	2	3
Тема 12.2 Технические характеристики и технологические возможности оборудования БСГ	Назначение, область применения, устройство, принцип работы технологического оборудования БСГ: установки приема и отпуска сжиженного газа в автоцистерны, насосно-компрессорное отделение Технологическое оборудование БСГ: резервуары для хранения сжиженных газов, баллоно-наполнительное отделение	2	2
	Самостоятельная работа обучающихся Ознакомление с конструктивными особенностями основного оборудования БСГ: сливно-наливные устройства, насосы, компрессоры, баллоно-наполнительное оборудование	4	
Тема 12.3 Расчет оборудования БСГ	Определение параметров работы оборудования и его технические возможности: гидравлический расчет трубопроводов БСГ. Расчет насосно-компрессорного оборудования. Определение вместимости резервуарного парка. Обоснование выбора резервуаров БСГ	4	2
Тема 12.4 Эксплуатация оборудования БСГ	Эксплуатация технологического оборудования БСГ: подготовка к пуску, пуск, обслуживание во время работы, остановка. Контроль работы технологического оборудования БСГ. Нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации	2	2
Раздел 13. Технологическое оборудование автомобильной газонаполнительной станции (АГНС)		18	
Тема 13.1 Характеристика АГНС	Назначение, классификация, современное состояние и перспективы развития АГНС. Стационарные отечественные АГНС. Передвижные АГНС. Технологические схемы.	2	3

1	2	3	4
Тема 13.2 Оборудование АГНС	Назначение, конструкция, принцип действия технологического оборудования АГНС: - для доставки СУГ; - для хранения СУГ; - для транспорта СУГ; - для наполнения баллонов СУГ; - для заправки транспортных двигателей СУГ. Вспомогательное оборудование АГНС	4	2
	Практические занятия № 10 Ознакомление с конструктивными особенностями основного оборудования АГНС: резервуарный парк, сливо-наливные устройства, насосы, компрессоры, ГЗК.	6	
	Самостоятельная работа обучающихся Сообщения на темы: «Конструктивные особенности технологического оборудования АГНС: резервуары, насосы, газозаправочные колонки».	4	
	Тема 13.3 Эксплуатация технологического оборудования АГНС	Нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации. Эксплуатация технологического оборудования АГНС: подготовка к пуску, пуск, обслуживание во время работы, остановка. Контроль работы технологического оборудования АГНС	2
Всего:		214	

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета.

Оборудование кабинета:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя

Технические средства обучения:

- мультимедиапроектор;
- экран;
- оверхедпроектор;
- инженерные калькуляторы по количеству обучающихся.

ВИДЕОФИЛЬМЫ

1. Газоперекачивающий агрегат ГТК-10-4.
2. ГПА-12 «Урал».
3. Конструкция основных узлов, работа ГПА-Ц-6,3 и основных систем.
4. Конструкция газоперекачивающего агрегата ГПА-Ц-6,3.
5. Конструкция газоперекачивающего агрегата ГПА-Ц-25.
6. Конструкция газоперекачивающего агрегата ГПА-16 «Волга».
7. Газоперекачивающий агрегат ГПА-12Р «Урал».
8. Конструкция основных узлов ГПА-Ц-16.
9. Конструкция газоперекачивающего агрегата ГПА-Ц-16.
10. Конструкция газоперекачивающего агрегата ГПА -16РП «Урал».
11. Газораспределительные станции.
12. Применение природного газа на транспорте.
13. Устройство линейной части магистрального газопровода. Типы, конструкция и принципы работы запорной арматуры.

ТРЕНАЖЕРЫ – ИМИТАТОРЫ

1. Тренажер «Конструкция газотурбинной установки ГПА-12Р «Урал»
2. Тренажер-имитатор «Технология сборки и разборки генератора ГТК-10-4.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

1. АОС «Конструкция двигателя ГТУ ГПА-Ц-6,3».
2. АОС «Конструкция агрегата ГТК-10-4».
3. АОС «Конструкция агрегата ГПА-16 РП «Урал».
4. АОС «Конструкция агрегата ГПА-Ц-25.
5. АОС «Конструкция агрегата ГПА-16 «Волга».
6. АОС «Конструкция двигателя ГПА-Ц-16».

7. АОС Технологические установки КЦ (охлаждение газа, пылеуловители, запорная арматура)
8. АОС Эксплуатация линейной части магистрального газопровода
9. АОС Устройство и эксплуатация оборудования газораспределительной станции
10. АОС Устройство и эксплуатация оборудования ГРС «Урожай 10»
11. АОС Эксплуатация АГНКС
12. АОС Устройство и обслуживание СПХГ

ПЛАКАТЫ

1. Арматура на крышке люк-лаза цистерны и пружинный предохранительный клапан
2. Баллоны для сжиженного газа
3. Валооборотное устройство ГТК-10-4.
4. Генеральный план АГНКС типа “лесенка” и генеральный план АГНКС типа “елочка”
5. ГПА типа ГПА-10. Основные блоки.
6. ГПА типа ГПА-Ц-16. Основные блоки.
7. ГПА типа ГПА-Ц-6,3. Основные блоки.
8. Железнодорожная цистерна для сжиженного газа
9. Камера сгорания ГТК-10-4.
10. Карусельный газонаполнительный агрегат
11. Кассетный фильтр
12. Композитный баллон для заправки автомобилей сжатым природным газом
13. Конструкция скважин
14. Конструкция трубопровода
15. Надземные переходы
16. Насосы и приводы
17. Оборудование забоя скважины
18. Общий вид и состав технологического оборудования станции АГНКС МБКИ-125
19. Одоризация газа
20. Осевой компрессор ГТУ типа ГТК-10-4.
21. Передвижные АГНС
22. План расположения зданий и сооружений на территории Волгоградской БСГ
23. Подземное хранилище природного газа
24. Подогреватель газа 9ПГ64-3М
25. Подшипники ГТУ типа ГТК-10-4.
26. Предохранительно-сбросной клапан типа ППК - 4
27. Предохранительный полноподъемный клапан ППК - 2
28. Принципиальная схема процесса абсорбции
29. Продольный разрез ГТК-10-4.

30. Продольный разрез ГТУ типа ГТК-10И. Основные узлы.
31. Продольный разрез ГТУ типа ГТК-25И. Основные узлы.
32. Продольный разрез ГТУ типа ГТН-25. Основные узлы.
33. Продольный разрез двигателя НК-12СТ.
34. Продольный разрез двигателя НК-16СТ.
35. Продольный разрез судового двигателя ГПА-10.
36. Продольный разрез ЦБН типа 235-21-1.
37. Продольный разрез ЦБН типа 370-18-1.
38. Продольный разрез ЦБН типа 650-21-1.
39. Продольный разрез ЦБН типа НЦ-16.
40. Продольный разрез ЦБН типа НЦ-6,3.
41. Продольный разрез ЦБН фирмы Интерсол-Ренд.
42. Продольный разрез ЦБН фирмы Нуово-Пиньоне.
43. Продольный ЦБН фирмы Купер-Бессемер.
44. Регенератор ГТК-10-4.
45. Регулятор РД-64 прямого действия с пневматической нагрузкой
46. Регуляторы давления газа
47. Регуляторы давления газа с защитными устройствами
48. Ротор силовой турбины ГТК-10-4.
49. Ротор турбокомпрессора ГТК-10-4.
50. Соотношение между единицами давления
51. Спецификация основного технологического оборудования АГНКС
52. Станок для слива баллонов
53. Структурная схема газораспределительной станции с одним потребителем
54. Структурная схема системы газоснабжения
55. Схема газопаровой установки.
56. Схема ГТУ с разрезным валом.
57. Схема ГТУ с регенератором.
58. Схема ГТУ.
59. Схема лабиринтовых уплотнений устройств.
60. Схема магистрального газопровода
61. Схема масляной системы ГТК-10-4.
62. Схема масляной системы ГТН-25.
63. Схема многоступенчатого осевого компрессора.
64. Схема многоступенчатой газовой турбины.
65. Схема обеспечения и распределения СУГ
66. Схема подводного перехода с двумя кривыми вставками
67. Схема проточной части осевого компрессора.
68. Схема проточной части турбины.
69. Схема регулирования ГТН-25.
70. Схема системы регулирования ГТК-10-4.
71. Схема тепловая ГТУ типа ГТК-10-4 с регенерацией тепла.
72. Схема тепловая ГТУ типа ГТК-10И без регенерации тепла.
73. Схема топливной системы газобаллонного легкового автомобиля
74. Схема укладки трубопроводов

75. Схемы сливных операций
76. Технологическая схема АГНКС
77. Технологическая схема АГРС “Энергия-3”
78. Технологическая схема газораздаточной станции сжиженного газа пропускной способностью 3000 т/год
79. Технологическая схема ПАГЗ-2500-2
80. Технологическая схема подземного хранилища газа
81. Трубопроводная арматура
82. Турбина ГТУ типа ГТК-10-4.
83. Турбодетандер ГТК-10-4.
84. Фундаментальная рама (маслобак) ГТК-10-4.
85. Хранилища газа
86. Элементы гидропневмосистем

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Данилов, А. А. Газораспределительные станции/ А.А.Данилов, А.И.Петров; - С. Пб, Недра, 2013.-300с.
2. Данилов, А.А. Автоматизированные газораспределительные станции: Справочник/ А.А.Данилов; – Спб.: Химиздат, 2014 – 544с.:ил.-ISBN 5-93808-074-6.
3. Елисеев, Ю.С. Технология эксплуатации, диагностики и ремонта газотурбинных двигателей / Ю.С.Елисеев, В.В.Крымов, К.А.Малиновский, В.Г.Попов. – М.: Высшая школа 2002 . –355 с.
4. Интернет-ресурс www.gazprom.ru; www.snfpo.ru; www.onutc.ru – 29.03.2017 г.
5. Казаченко, А.Н. Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов, / А.Н. Казаченко; – М. Нефть и газ 1999. – 654с.
6. Казаченко, А.Н. Энергетика трубопроводного транспорта газов, / А.Н. Казаченко, В.И.Никишин, Б.П. Поршаков; –М.: Нефть и газ, 2001. – 657с.
7. Коршак, А.А. Основы нефтегазового дела/ А.А.Коршак,А.М. Шаммазов; – Уфа: Дизайн-Полиграф Сервис, 2015 – 544 с.
8. Крылов, Г.В. Эксплуатация и ремонт газопроводов и газохранилищ, / Г.В. Крылов, О.А.Степанов; - М.: АСАДЕМА, 2000. 316 с..
9. Мустафин, Ф.М. Промысловые трубопроводы и оборудование./ Ф.М. Мустафин, Л.И. Быков, А.Г. Гумеров, Г.Г. Васильев, А.Д. Прохоров. – М: Недра, 2014. – 662
10. Поршаков Б.П. Газотурбинные установки на газопроводах: Учебное пособие / Б.П. Поршаков, А.А. Апостолов, А.Н. Казаченко, В.И. Никишин; – М.: Нефть и газ, 2004. – 215 с.

11. Шаммазов А.М. Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций / А.М. Шаммазов, В.Н. Александров и др.; – М.: Недра, 2003. – 404 с.

Дополнительные источники:

1. Бронштейн, Л.С. Ремонт стационарной газотурбинной установки, / Л.С. Бронштейн; – Л. Недра, 1987. – 140 с.

2. ВРД 39-1.10-069 – 2002.Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов; –М, 2002. – 289 с.

3. ВРД 39-2.5-082-2003.Правила технической эксплуатации оборудования АГНКС; – М. 2013.-128с.

4. Газовая промышленность: информ.-аналит. журнал ; – М.: «Газоил пресс», 2017

5. Газпром: корпоративный журнал;– М.: ПАО «Газпром» 2017.

6. Дятлов В.Л. Оборудование, эксплуатация и ремонт магистральных газопроводов / В.Л. Дятлов – М.: Недра М.1990 -196 с.

7. Ермашкин, Г.С. Зарубежные газоперекачивающие агрегаты / Г.С. Ермошкин, И.И. Радчик – М.:Недра. 1979 – 318 с.

8. Ивановский, Н.Н. Центробежные нагнетатели природного газа / Н.Н. Ивановский, В.Н. Криворотько – М.:Недра М. 1983 -264 с.

9. Инструкция по определению мощности технического состояния газотурбинных агрегатов (часть 1, часть 2).– М.: ВНИИГАЗ, 1981. –94с.

10. Инструкция по определению показателей и обобщенных характеристик газотурбинных установок для привода нагнетателей. – М.: ВНИИГАЗ. 1982. – 64с.

11. Костюк, А.Н. Газотурбинные установки. / А.Н. Костюк, А.Н. Шерстюк – М.: Высшая школа. 1979 – 418 с.

12. Микаэлян, Э.А. Эксплуатация газотурбинных газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций газопроводов. / Э.А. Микаэлян – М.: Недра, 1994. – 529 с.

13. Моверманн Г.С. Ремонт импортных ГПА / Г.С. Моверманн, И.И. Радчик; – М.: Недра, 1986. – 224 с.

14. Могильницкий, И.П. Газотурбинные установки в нефтяной и газовой промышленности / И.П. Могильницкий, В.И. Стешенко – М.: Недра М. 1971 – 239 с.

15. Мороз, А.П. Газоперекачивающие агрегаты и обслуживание компрессорных станций / А.П. Мороз и др. – М.:Недра М. 1979 – 394 с.

16. ОТС-ЗРА-98 Запорно-регулирующая арматура. Общая техническая документация. – М.: РАО Газпром, 1998– 33 с.

17. Поршаков, Б.Г. Газотурбинные установки для транспорта и бурения скважин / Б.Г. Поршаков и др. – М.: Недра 1983 – 368 с.

18. СНиП 2.05.06 – 85* Магистральные трубопроводы. Строительные нормы и правила; – М.: Минстрой России, 1997.-64с.

19. Степанов, О. А. Хранение и распределение газа/ О.А.Степанов,Г.В. Крылов– М.: Недра, 2004.– 324с.
20. СТО Газпром 2-3.5-051-2006 Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов.;- М.: ИРЦ Газпром.2006
21. СТО Газпром 2-2.1-131- 2007 Инструкция по применению стальных труб на объектах ПАО Газпром. – М.: 2007.-178с.
22. СТО Газпром 2-3.5-454-2010. Правила эксплуатации магистральных газопроводов; - М, 2010. – 248 с
23. Суринович, В.К. Машинист технологических процессов / В.К. Суринович, Л.И. Борщенко – М.:Недра М 1986 – 432 с.
24. Терентьев, А.Н. Ремонт газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом, / А.Н.Терентьев, З.С.Седых; М.: Недра, 1986. – 230 с.
25. Технологический регламент по заправке автомобилей сжатым природным газом на АГНКС с компрессорными установками типа 4HR 3KN-200/210-5-249 WLK; - М.: ООО ИРЦ ГАЗПРОМ,1994-57с.
26. Щербакова,Н.В.Перекачивающие станции магистральных трубопроводов.Части 1.2 /Н.В.Щербакова.- Торжок.:ООО Торжокская типография, 2013.- 300 с.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<i>1</i>	<i>2</i>
Умения:	
читать кинематические схемы	оценка результатов самостоятельной работы обучающегося, индивидуальное тестирование, оценка хода и результатов выполнения практических работ
определять параметры работы оборудования и его технические возможности	оценка результатов самостоятельной работы обучающегося, индивидуальное тестирование, оценка хода и результатов выполнения практических работ
Знания:	
назначение, область применения, устройство, принципы работы оборудования	оценка результатов самостоятельной работы обучающегося, индивидуальное тестирование, фронтальный опрос, дифференцированный опрос
технические характеристики и технологические возможности промышленного оборудования	оценка результатов самостоятельной работы обучающегося, индивидуальное тестирование, фронтальный опрос, дифференцированный опрос
нормы допустимых нагрузок оборудования в процессе эксплуатации	оценка результатов самостоятельной работы обучающегося, индивидуальное тестирование, фронтальный опрос, дифференцированный опрос