

Частное образовательное учреждение высшего образования  
«Камский институт гуманитарных и инженерных технологий»



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ЧОУ ВО КИГИТ

В.А.Никулин

«28» февраля 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО  
заседанием Ученого совета  
Протокол №4 от 28.02.2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА** **дисциплины «Газотурбинные установки»**

Направление подготовки: 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профили подготовки: «Сооружение и ремонт объектов и систем трубопроводного транспорта», «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»

Степень выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)	
1.1 Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
1.2 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ОП).....	4
1.3 Знания, умения, компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля).....	4
2. Объем дисциплины (модуля) .....	6
3. Содержание дисциплины (модуля).....	7
4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	11
6. Лабораторный практикум .....	11
7. Практические занятия .....	11
8. Перечень информационных технологий .....	12
9. Программа самостоятельной работы студентов .....	12
10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	15
11. Материально-техническая база .....	20
12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	21

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Газотурбинные установки» является подготовка студентов к решению практических задач, связанных с эксплуатацией газотурбинных установок на компрессорных станциях магистральных газопроводов.

Задачи дисциплины: изучение принципиальных циклов и схем газотурбинных установок (ГТУ); основ термодинамического расчета ГТУ; осевых турбомашин; эксплуатационных характеристик ГТУ при работе на газопроводах; конструкций ГТУ.

### 1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Газотурбинные установки» является Обязательной дисциплиной (Б1.В.ОД4.3) для направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» по профилю «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти».

Дисциплина обеспечивает расширение и углубление знаний, умений, навыков и компетенций, сформированных в ходе изучения дисциплин ООП подготовки бакалавра «Основы нефтегазового дела», «Физика», «Математика», «Химия», «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика», «Теоретическая механика», «Термодинамика и теплопередача». Для изучения дисциплины «Газотурбинные установки» необходимо знать основы нефтегазопромышленного дела, основы теплотехники, гидравлики, технической механики, устройство машин и оборудования нефтегазовых объектов. Дисциплина «Газотурбинные установки» в дальнейшем необходима для изучения следующих дисциплин: «Сооружение насосных и компрессорных станций»; «Ремонт объектов систем трубопроводного транспорта».

### 1.3. Знания, умения, компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины «Газотурбинные установки» направлен на формирование следующих общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

- обслуживать и ремонтировать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья (ПК-7)

Таблица 1.1 – Перечень общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных компетенций.

номер индекс компетен ц.	в результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
	Знать	Уметь	Владеть
ПК - 7	принципиальные циклы и схемы газотурбинных	- решать задачи различного уровня сложности, касающихся	безопасными методами работы с техникой,

	установок (ГТУ); - основы термодинамического расчета ГТУ; - осевые турбомашин; - эксплуатационные характеристики ГТУ при работе на газопроводах; - конструкции ГТУ.	совместной эксплуатации ГТУ и магистральных газопроводов, анализировать эффективность работы существующего оборудования и предложения методов по ее оптимизации; изучать и анализировать отечественную и зарубежную научно – техническую информацию по направлению исследований технологических процессов компрессорных станций; решать расчётно – аналитические задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности.	оборудованием и проведением технологических процессов на объектах компрессорных станций.
--	--	--	--

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 часов.

### 2. 1 Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов/зачётных единиц	Семестры – 6 семестр
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	53/1,5	53/1,5
В том числе:	-	-
Лекции	17/0,5	17/0,5
Практические занятия (ПЗ)	26/0,78	26/0,78
Лабораторные работы (ЛР)	8/0,22	8/0,22
КСР	2/0,055	2/0,055
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	55/1,52	55/1,52
В том числе:		
Курсовая работа (проект)		
Расчётно – графические работы		
Реферат		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации - экзамен	36/1	36/1
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>

### 2.2 Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов/зачётных единиц	Семестры – 7 семестр
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	16/0,44	16/0,44
В том числе:	-	-
Лекции	8/0,22	8/0,22
Практические занятия (ПЗ)	4/0,11	4/0,11
Лабораторные работы (ЛР)	4/0,11	4/0,11
КСР	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	128/3,56	128/3,56
В том числе:		
Курсовая работа (проект)		
Расчётно – графические работы		
Реферат		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации - экзамен		
<b>Общая трудоёмкость</b>	144/4	144/4

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1 Содержание модулей дисциплины

##### Очное обучение

Наименование модулей	Всего час	Виды учебные работы (час)				Кол – во баллов за модуль
		Л. час	ПЗ час	ЛЗ час	СРС час	
<b>Модуль 1</b>						<b>30</b>
Раздел 1. Транспорт газа по магистральным газопроводам	16,5/0,46	2,5/0,07	2/0,054	-	12/0,33	5
Тема 1. 1 Основные виды энергопривода компрессорных станций	2,5/0,07	0,5/0,014	-	-	2/0,054	5
Тема 1.2 Режимы работы магистральных газопроводов и энергопривода компрессорных станций	2,5/0,07	0,5/0,014	-	-	2/0,054	-
Тема 1.3 Принципиальные схемы головных и линейных компрессорных станций.	2,5/0,07	0,5/0,014	-	-	2/0,054	-

Тема 1.4 Центробежные нагнетатели природного газа.	6,5/0,18	0,5/0,01 4	2/0,054	-	4/0,11	-
Тема 1.5 Природный газ как топливо для газотурбинных установок	2,5/0,07	0,5/0,01 4	-	-	2/0,054	-
Раздел 2. Устройство и принцип работы газотурбинных установок	43,5/1,2	3,5/0,1	18/0,5	8/0,22	14/0,39	15
Тема 2.1 Принципиальные схемы и циклы газотурбинных установок	8,5/0,24	0,5/0,01 4	6/0,16	-	2/0,054	-
Тема 2.2 Основы термодинамического расчёта газотурбинных установок	14,5/0,4	0,5/0,01 4	12/0,33	-	2/0,054	3
Тема 2.3 Компрессоры, их конструкция и характеристика.	2,5/0,07	0,5/0,01 4	-	-	2/0,054	-
Тема 2.4 Камера сгорания.	4,5/0,125	0,5/0,01 4	-	2/0,054	2/0,054	3
Тема 2.5 Газовая турбина	4,5/0,125	0,5/0,01 4	-	2/0,054	2/0,054	3
Тема 2.6 Регенераторы	4,5/0,125	0,5/0,01 4	-	2/0,054	2/0,054	3
Тема 2.7 Эксплуатационные характеристики ГТУ при работе на газопроводах	4,5/0,125	0,5/0,01 4	-	2/0,054	2/0,054	3
<b>Модуль 2</b>						<b>20</b>
Раздел 3 Эксплуатация газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом	22/0,61	8/0,22	6/0,16	-	8/0,22	20
Тема 3.1 Организация эксплуатации цехов с газотурбинным приводом.	1,5/0,04	0,5/0,01 4	-	-	1/0,027	-
Тема 3.2 Схемы и принцип работы газотурбинных установок	7,5/0,2	0,5/0,01 4	6/0,16	-	1/0,027	5
Тема 3.3 Подготовка ГПА к пуску	1,5/0,04	0,5/0,01 4	-	-	1/0,027	-
Тема 3.4 Проверка защиты и сигнализации ГПА	1,5/0,04	0,5/0,01 4	-	-	1/0,027	-
Тема 3.5 Пуск ГПА и его загрузка	1,5/0,04	0,5/0,01 4	-	-	1/0,027	-
Тема 3.6 Обслуживание агрегата и систем КС в процессе работы	1,5/0,04	0,5/0,01 4	-	-	1/0,027	-

Тема 3.7 Подготовка циклового воздуха для ГТУ	1,5/0,04	0,5/0,014	-	-	1/0,027	-
Тема 3.8 Очистка осевого компрессора в процессе эксплуатации	2,5/0,07	0,5/0,014	-	-	2/0,054	5
Тема 3.9 Устройство для подогрева всасывающего циклового воздуха	1,5/0,04	0,5/0,014	-	-	1/0,027	-
Тема 3.10 Противопомпажная защита ЦБН	2,5/0,07	0,5/0,014	-	-	2/0,054	5
Тема 3.11 Работа компрессорной станции при приёме и запуске	1,5/0,04	0,5/0,014	-	-	1/0,027	-
очистных устройств. Тема 3.12 Особенности эксплуатации ГПА при отрицательных температурах.	1,5/0,04	0,5/0,014	-	-	1/0,027	-
Тема 3.13 Система пожаротушение ГПА и её эксплуатация.	1,5/0,04	0,5/0,014	-	-	1/0,027	-
Тема 3.14 Вибрация, виброзащита и вибромониторинг ГПА.	1/0,027	0,5/0,014	-	-	0,5/0,014	-
Тема 3.15 Нормальная и аварийная остановка агрегатов.	1/0,027	50,5/0,014	-	-	0,5/0,014	5
<b>Модуль 3</b>						<b>10</b>
Раздел 4. Показатели надёжности, диагностика и снижение энергозатрат газоперекачивающих агрегатов.	20/0,56	4/0,11	-	-	16/0,44	10
Тема 4.1 Показатели надёжности газоперекачивающих агрегатов.	2,5/0,07	0,5/0,014	-	-	2/0,054	-
Тема 4.2 Техническая диагностика газоперекачивающих агрегатов.	2,5/0,07	0,5/0,014	-	-	2/0,054	-
Тема 4.3 Определение технического состояния центробежных нагнетателей.	2,5/0,07	0,5/0,014	-	-	2/0,054	-
Тема 4.4 Определение технического состояния ГПА с газотурбинным приводом.	2,5/0,07	0,5/0,014	-	-	2/0,054	5
Тема 4.5 Диагностика ГПА в процессе работы и при выполнении ремонта.	2,5/0,07	0,5/0,014	-	-	2/0,054	-

Тема 4.6 Причины увеличения энергетических затрат на транспорт газа и пути их снижения.	2,5/0,07	0,5/0,014	-	-	2/0,054	-
Тема 4.7 Турбодетандер.	2,5/0,07	0,25/0,007	-	-	2/0,054	-
Тема 4.8 Применение сменных (регулируемых) входных направляющих аппаратов для изменения характеристики ЦБН.	2,5/0,07	0,25/0,007	-	-	2/0,054	5
Контрольная работа						10
Экзамен	36/1					30
<b>ИТОГО</b>	<b>144/4</b>	<b>17/0,47</b>	<b>26/0,072</b>	<b>8/0,22</b>	<b>55/1,52</b>	<b>100</b>

Наименование модулей	Всего час	Виды учебное работы (час)				Кол – во баллов за модуль
		Л. час	ПЗ час	ЛЗ час	СРС час	
<b>Модуль 1</b>						<b>30</b>
Раздел 1. Транспорт газа по магистральным газопроводам	30/0,83	8/0,22	2/0,054	-	20/0,54	5
Тема 1.1 Основные виды энергопривода компрессорных станций	6/0,16	2/0,054	-	-	4/0,11	5
Тема 1.2 Режимы работы магистральных газопроводов и энергопривода компрессорных станций	6/0,16	2/0,054	-	-	4/0,11	-
Тема 1.3 Принципиальные схемы головных и линейных компрессорных станций.	6/0,16	2/0,054	-	-	4/0,11	-
Тема 1.4 Центробежные нагнетатели природного газа.	8/0,22	2/0,054	2/0,054	-	4/0,11	-
Тема 1.5 Природный газ как топливо для газотурбинных установок	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-
Раздел 2. Устройство и принцип работы газотурбинных установок	34/0,94	-	2/0,054	4/0,11	28/0,77	15
Тема 2.1 Принципиальные схемы и циклы газотурбинных установок	4/0,11	-		-	4/0,11	-
Тема 2.2 Основы термодинамического расчёта газотурбинных установок	6/0,16	-	2/0,054	-	4/0,11	3



Тема 2.3 Компрессоры, их конструкция и характеристика.	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-
Тема 2.4 Камера сгорания.	6/0,16	-	-	2/0,05 4	4/0,11	3
Тема 2.5 Газовая турбина	6/0,16	-	-	2/0,05 4	4/0,11	3
Тема 2.6 Регенераторы	4/0,11	-	-	-	4/0,11	3
Тема 2.7 Эксплуатационные характеристики ГТУ при работе на газопроводах	4/0,11	-	-	-	4/0,11	3
<b>Модуль 2</b>						<b>20</b>
Раздел 3 Эксплуатация газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом	60/1,67	-	-	-	60/1,67	20
Тема 3.1 Организация эксплуатации цехов с газотурбинным приводом.	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-
Тема 3.2 Схемы и принцип работы газотурбинных установок	4/0,11	-	-	-	4/0,11	5
Тема 3.3 Подготовка ГПА к пуску	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-
Тема 3.4 Проверка защиты и сигнализации ГПА	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-
Тема 3.5 Пуск ГПА и его загрузка	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-
Тема 3.6 Обслуживание агрегата и систем КС в процессе работы	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-
Тема 3.7 Подготовка циклового воздуха для ГТУ	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-
Тема 3.8 Очистка осевого компрессора в процессе эксплуатации	4/0,11	-	-	-	4/0,11	5
Тема 3.9 Устройство для подогрева всасывающего циклового воздуха	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-
Тема 3.10 Противопомпажная защита ЦБН	4/0,11	-	-	-	4/0,11	5
Тема 3.11 Работа компрессорной станции при приёме и запуске	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-
очистных устройств. Тема 3.12 Особенности эксплуатации ГПА при	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-

отрицательных температурах.						
Тема 3.13 Система пожаротушение ГПА и её эксплуатация.	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-
Тема 3.14 Вибрация, виброзащита и вибромониторинг ГПА.	4/0,11	-	-	-	4/0,11	-
Тема 3.15 Нормальная и аварийная остановка агрегатов.	4/0,11	-	-	-	4/0,11	5
<b>Модуль 3</b>						10
Раздел 4. Показатели надёжности, диагностика и снижение энергозатрат газоперекачивающих агрегатов.	20/0,56	-	-	-	20/0,55	10
Тема 4.1 Показатели надёжности газоперекачивающих агрегатов.	2,5/0,07	-	-	-	2,5/0,07	-
Тема 4.2 Техническая диагностика газоперекачивающих агрегатов.	2,5/0,07	-	-	-	2,5/0,07	-
Тема 4.3 Определение технического состояния центробежных нагнетателей.	2,5/0,07	-	-	-	2,5/0,07	-
Тема 4.4 Определение технического состояния ГПА с газотурбинным приводом.	2,5/0,07	-	-	-	2,5/0,07	5
Тема 4.5 Диагностика ГПА в процессе работы и при выполнении ремонта.	2,5/0,07	-	-	-	2,5/0,07	-
Тема 4.6 Причины увеличения энергетических затрат на транспорт газа и пути их снижения.	2,5/0,07	-	-	-	2,5/0,07	-
Тема 4.7 Турбодетандер.	2,5/0,07	-	-	-	2,5/0,07	-
Тема 4.8 Применение сменных (регулируемых) входных направляющих аппаратов для изменения характеристики ЦБН.	2,5/0,07	-	-	-	2,5/0,07	5
Контрольная работа						10
Экзамен						30

<b>ИТОГО</b>	<b>144/4</b>	<b>8/0,22</b>	<b>4/0,11</b>	<b>4/0,11</b>	<b>128/3,55</b>	<b>100</b>
--------------	--------------	---------------	---------------	---------------	-----------------	------------

### 3.2 Содержание модулей дисциплины (поставить +)

Наименование модулей	Компетенции (число столбцов зависит от количества компетенций, осваиваемых по дисциплине)			
	ПК - 7			Общее количество компетенций
<b>Модуль 1</b>				
Раздел 1. Транспорт газа по магистральным газопроводам				
Тема 1.1 Основные виды энергопривода компрессорных станций	+			1
Тема 1.2 Режимы работы магистральных газопроводов и энергопривода компрессорных станций	+			1
Тема 1.3 Принципиальные схемы головных и линейных компрессорных станций.	+			1
Тема 1.4 Центробежные нагнетатели природного газа.	+			1
Тема 1.5 Природный газ как топливо для газотурбинных установок	+			1
Раздел 2. Устройство и принцип работы газотурбинных установок				
Тема 2.1 Принципиальные схемы и циклы газотурбинных установок	+			1
Тема 2.2 Основы термодинамического расчёта газотурбинных установок	+			1
Тема 2.3 Компрессоры, их конструкция и характеристика.	+			1
Тема 2.4 Камера сгорания.	+			1
Тема 2.5 Газовая турбина	+			1
Тема 2.6 Регенераторы	+			1

Тема 2.7 Эксплуатационные характеристики ГТУ при работе на газопроводах	+			1
Модуль 2				
Раздел 3 Эксплуатация газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом				
Тема 3.1 Организация эксплуатации цехов с газотурбинным приводом.	+			1
Тема 3.2 Схемы и принцип работы газотурбинных установок	+			1
Тема 3.3 Подготовка ГПА к пуску	+			1
Тема 3.4 Проверка защиты и сигнализации ГПА	+			1
Тема 3.5 Пуск ГПА и его загрузка	+			1
Тема 3.6 Обслуживание агрегата и систем КС в процессе работы	+			1
Тема 3.7 Подготовка циклового воздуха для ГТУ	+			1
Тема 3.8 Очистка осевого компрессора в процессе эксплуатации	+			1
Тема 3.9 Устройство для подогрева всасывающего циклового воздуха	+			1
Тема 3.10 Противопомпажная защита ЦБН	+			1
Тема 3.11 Работа компрессорной станции при приёме и запуске	+			1
очистных устройств. Тема 3.12 Особенности эксплуатации ГПА при отрицательных температурах.	+			1
Тема 3.13 Система пожаротушения ГПА и её эксплуатация.	+			1
Тема 3.14 Вибрация, виброзащита и вибромониторинг ГПА.	+			1
Тема 3.15 Нормальная и аварийная остановка агрегатов.	+			1

Модуль 3				
Раздел 4. Показатели надёжности, диагностика и снижение энергозатрат газоперекачивающих агрегатов.				
Тема 4.1 Показатели надёжности газоперекачивающих агрегатов.	+			1
Тема 4.2 Техническая диагностика газоперекачивающих агрегатов.	+			1
Тема 4.3 Определение технического состояния центробежных нагнетателей.	+			1
Тема 4.4 Определение технического состояния ГПА с газотурбинным приводом.	+			1
Тема 4.5 Диагностика ГПА в процессе работы и при выполнении ремонта.	+			1
Тема 4.6 Причины увеличения энергетических затрат на транспорт газа и пути их снижения.	+			1
Тема 4.7 Турбодетандер.	+			1
Тема 4.8 Применение сменных (регулируемых) входных направляющих аппаратов для изменения характеристики ЦБН.	+			1
Контрольная работа	+			1
Экзамен	+			1

#### 4. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся

##### 4.1 Перечень компетенций

Процесс изучения дисциплины «Газотурбинные установки» направлен на формирование следующих общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

- обслуживать и ремонтировать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья (ПК-7)

##### 4.2 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Предмет дисциплины «Газотурбинные установки». Применение ГТУ на магистральных трубопроводах.
2. Термодинамические циклы ГТУ.
3. Схемы ГТУ открытого типа и принципы их работы.
4. Применяемые схемы ГТУ для транспорта газа.
5. Схема работы ГТУ с регенерацией газа и без нее.
6. Изображение циклов в рабочей и тепловой диаграмме.
7. Схемы ГТУ с двухступенчатым сжатием и охлаждением.
8. Назначение и принцип действия основных элементов ГТУ.
9. Назначение и принцип действия осевого компрессора.
10. Назначение и принцип действия камеры сгорания.
11. Назначение и принцип действия турбины.
12. Термодинамика процессов расширения и сжатия в ГТУ.
13. Газовые смеси и их характеристика
14. Топливо, его характеристики.
15. Принцип действия и рабочий процесс осевых машин.
16. Схемы и характеристики осевых компрессоров.
17. Схемы крепления лопаток и силы, действующие на них в процессе работы.
18. Характер колебания пропускной способности газопровода в течение года.
19. Режимы работы компрессорных станций (КС) и технологические схемы включения агрегатов на КС.
20. Типы и конструкции камер сгорания современных ГТУ.
21. Регенераторы, их виды и характеристики.
22. Эксплуатация цехов с газотурбинным приводом.
23. Основные схемы ГТУ и принцип их работы.
24. Схема многовальных ГТУ. Достоинства и недостатки.
25. Газоперекачивающий агрегат, работающий по парогазовому циклу. Достоинства и недостатки.
26. Запуск и загрузка ГПА.
27. Подготовка ГПА к пуску.
28. Система защиты и сигнализации ГПА.
29. Система защиты агрегата ГТК – 10 – 4.
30. Обслуживание ГПА в процессе работы.
31. Обслуживание систем КС в процессе работы.
32. Вспомогательное оборудование компрессорных станций.
33. Подготовка циклового воздуха для ГТУ.
34. Устройство и принцип работы самоочищающихся фильтров компрессора.
35. Устройство и принцип работы комплексных воздухоочистительных систем.
36. Очистка осевого компрессора в процессе работы.
37. Способы очистки осевого компрессора и их краткая характеристика.

38. Подогрев циклового воздуха. Антиобледенительная система.
39. Схемы подогрева циклового воздуха и их краткая характеристика.
40. Явление помпажа. Противопомпажная защита ЦБН.
41. Работа компрессорной станции при запуске и приёме очистных устройств.
42. Эксплуатация ГПА при отрицательных температурах.
43. Система пожаротушения ГПА. Краткое описание.
44. Система пожаротушения ГПА. Принцип работы.
45. Вибрация. Виброзащита и вибромониторинг ГПА.
46. Основные системы и методы измерения вибрации.
47. Нормальная остановка ГПА.
48. Аварийная остановка ГПА.
49. Показатели надёжности газоперекачивающих агрегатов.
50. Основные виды диагностики газоперекачивающих агрегатов. Краткая характеристика.
51. Основные параметры диагностики газоперекачивающих агрегатов, их краткая характеристика.
52. Техническое состояние центробежных нагнетателей.
53. Определение фактического и паспортного КПД нагнетателя.
54. Определение технического состояния ГПА с газотурбинным приводом.
55. Диагностика ГПА в процессе работы и при выполнении ремонта.
56. Основные причины ухудшения технического состояния ГТУ при транспортировке газа.
57. Основные методы по повышению транспорта газа.
58. Турбодетандер. Назначение, схема и принцип работы.
59. Регулируемые входные направляющие аппараты ЦБН. Назначение и принцип работы.
60. Работа ЦБН при снижении и повышении давления в газопроводе.

#### 4.3 Критерии оценивания знаний обучающихся на экзамене

5 «отлично»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
3 «удовлетворительно»	-затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации; -неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя; -выполнение заданий при подсказке преподавателя; - затруднения в формулировке выводов.
2 «неудовлетворительно»	- неправильная оценка предложенной ситуации; -отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.

#### 4.4 Пятибалльная шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене

В настоящее время проверка качества подготовки студентов на экзаменах заканчивается выставлением отметок по принятой пятибалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Критерии оценки знаний должны устанавливаться в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ, с учётом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника.

В качестве исходных рекомендуется общие критерии оценок:

**«ОТЛИЧНО»** - студент владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, подчеркивал при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное; устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы, свободно читает результаты исследований и решает ситуационные задачи повышенной сложности; хорошо знаком с основной ,владеет знаниями основных принципов объектов нефтегазового комплекса.

**«ХОРОШО»** - студент владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; умеет решать легкие и средней тяжести ситуационные задачи; умеет



трактовать лабораторные и инструментальные исследования в объеме, превышающем обязательный минимум.

**«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»** - студент владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов. Студент способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом методов исследований.

**«НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»** - студент не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах на зачете.

**Рекомендуемые границы оценок (при тестировании):**

«отлично» - 91% правильных ответов,

«хорошо» - 81-90% правильных ответов,

«удовлетворительно» – 71-80% правильных ответов,

«неудовлетворительно» - 70% правильных ответов.

## 5.Лабораторный практикум

### Очное обучение

№ п/п	Название темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Трудоёмкость час
1.	Тема 2.4 Камера сгорания	Схема камеры сгорания	2
2.	Тема 2.5 Газовая турбина	Схема турбины установки ГТ – 700 – 5	2
3.	Тема 2.6 Регенераторы	Устройство и принцип работы трубчатого регенератора	1
4.	Тема 2.6 Регенераторы	Устройство и принцип работы пластинчатого регенератора	1
5.	Тема 2.7 Эксплуатационные характеристики ГТУ при работе на газопроводах	Схема газотурбинной установки ГТ 6 – 750	2
Итого			8

### Заочное обучение

№ п/п	Название темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Трудоёмкость час
1.	Тема 2.4 Камера сгорания	Схема камеры сгорания	2
2.	Тема 2.5 Газовая турбина	Схема турбины установки ГТ – 700 – 5	2
Итого			4

## 6. Практические занятия

### Очное обучение

№ п/п	Название темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо – ёмкость час
1.	Тема 1.4 Центробежные нагнетатели природного газа.	Определение по эксплуатационным данным технического состояния центробежного нагнетателя	2
2.	Тема 2.1 Принципиальные схемы и циклы газотурбинных установок	Определение основных показателей эффективного термодинамического цикла ГТУ	4
3.	Тема 2.2 Основы термодинамического расчёта газотурбинных установок	Определение основных тепловых и конструктивных показателей трубчатого регенератора	4
4.	Тема 2.2 Основы термодинамического расчёта газотурбинных установок	Схема простейшей принципиальной схемы ГТУ открытого типа	4
5.	Тема 2.2 Основы термодинамического расчёта газотурбинных установок	Термодинамические циклы ГТУ в $p - v$ и $T - s$ координатах	4
6.	Тема 3.2 Схемы и принцип работы газотурбинных установок	Определение мощности ГПА по перепаду давлений и температур	4
7.	Тема 3.2 Схемы и принцип работы газотурбинных установок	Определение технического состояния газоперекачивающего агрегата и его технических показателей	4
Итого			26

### Заочное обучение

№ п/п	Название темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо – ёмкость час
1.	Тема 1.4 Центробежные нагнетатели природного газа.	Определение по эксплуатационным данным технического состояния центробежного нагнетателя	2
2.	Тема 2.1 Основы термодинамического расчёта газотурбинных установок	Определение основных показателей эффективного термодинамического цикла ГТУ	2
Итого			4

## 7. Образовательные технологии

Активные и интерактивные формы проведения занятий

Семестр	Вид занятия (Л, ПЗ, ЛЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов/ЗЕ
	Л	Дискуссии	9/0,25
	ПЗ	Решение задач	9/0,25
<b>Итого час./ЗЕ</b>			<b>18/0.5</b>

## 8. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

### 8.1 Условия организации самостоятельной работы обучающегося

Для организации самостоятельной работы каждый обучающийся обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронно-образовательной среде НОУ ВПО «КИГИТ». Информационно-образовательная среда НОУ ВПО «КИГИТ» обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории Института, так и вне его. Компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости осуществляется на базе электронных обучающихся тестов с применением системы электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle, а также на базе информационного портала i-exam в рамках проекта «Интернет-тренажеры в сфере образования». Получение углубленных знаний по изучаемой дисциплине достигается за счет дополнительных часов к аудиторной работе - самостоятельной работы студентов. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с дополнительной научной литературой по проблематике дисциплины, анализа научных концепций и практических рекомендаций специалистов нефтегазового комплекса.

### 8.2 Самостоятельная работа студентов

Очное обучение

Код компетенции	Тема	Вид	Форма отчётности	Объем учебной работы (часов)	Учебно – методические материалы
ПК - 7	Тема 1. 1 Основные виды энергопривода компрессорных станций	Подготовка к лекциям	Входной контроль	2	Курс лекций

ПК -7	Тема 1.2 Режимы работы магистральных газопроводов и энергопривода компрессорных станций	Подготовка к лекциям	Реферат	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 1.3 Принципиальные схемы головных и линейных компрессорных станций.	Подготовка к лекциям	Реферат	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 1.4 Центробежные нагнетатели природного газа.	Подготовка к лекциям	Устный опрос	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 1.5 Природный газ как топливо для газотурбинных установок	Подготовка к практическим занятиям	Письменный опрос	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 2.1 Принципиальные схемы и циклы газотурбинных установок	Подготовка к лекциям	Устный опрос, отчёт по практическим занятиям	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 2.2 Основы термодинамического расчёта газотурбинных установок	Подготовка к лекциям	Письменный опрос	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 2.3 Компрессоры, их конструкция и характеристика.	Подготовка к лекциям	Реферат	2	Курс лекций
ПК - 7	Тема 2.4 Камера сгорания.	Подготовка к лабораторным работам	Отчёт по лабораторным работам	2	Курс лекций
ПК - 7	Тема 2.5 Газовая турбина	Подготовка к лабораторным работам	Письменный опрос	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 2.6 Регенераторы	Подготовка к лабораторным работам	Письменный опрос	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.1 Организация эксплуатации цехов с газотурбинным приводом.	Подготовка к лекциям	Отчёт по лабораторным работам	1	Курс лекций

ПК -7	Тема 3.2 Схемы и принцип работы газотурбинных установок	Подготовка к лекциям	Реферат	1	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.3 Подготовка ГПА к пуску	Подготовка к лекциям	Реферат	1	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.4 Проверка защиты и сигнализации ГПА	Подготовка к лекциям	Устный опрос	1	Курс лекций
ПК-7	Тема 3.5 Пуск ГПА и его загрузка	Подготовка к лекциям	Устный опрос	1	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.6 Обслуживание агрегата и систем КС в процессе работы	Подготовка к лекциям	Доклад	1	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.7 Подготовка циклового воздуха для ГТУ	Подготовка к лекциям	Доклад	1	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.9 Устройство для подогрева всасывающего циклового воздуха	Подготовка к лекциям	Реферат	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.10 Противопомпажная защита ЦБН	Подготовка к лекциям	Доклад	1	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.11 Работа компрессорной станции при приёме и запуске очистных устройств	Подготовка к лекциям	Письменный опрос	1	Курс лекций
ПК-7	Тема 3.12 Особенности эксплуатации ГПА при отрицательных температурах.	Подготовка к лекциям	Доклад	1	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.13 Система пожаротушения ГПА и её эксплуатация.	Подготовка к лекциям	Доклад	1	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.14 Вибрация, виброзащита и вибромониторинг ГПА.	Подготовка к лекциям	Доклад	0,5	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.15 Нормальная и аварийная остановка агрегатов.	Подготовка к лекциям	Реферат	0,5	Курс лекций
ПК -7	Тема 4.1 Показатели надёжности газоперекачивающих агрегатов.	Подготовка к лекциям	Доклад	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 4.2 Техническая диагностика газоперекачивающих агрегатов.	Подготовка к лекциям	Письменный опрос	2	Курс лекций

ПК -7	Тема 4.3 Определение технического состояния центробежных нагнетателей.	Подготовка к лекциям	Доклад	2	Курс лекций
ПК-7	Тема 4.4 Определение технического состояния ГПА с газотурбинным приводом.	Подготовка к лекциям	Доклад	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 4.5 Диагностика ГПА в процессе работы и при выполнении ремонта.	Подготовка к лекциям	Реферат	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 4.6 Причины увеличения энергетических затрат на транспорт газа и пути их снижения.	Подготовка к лекциям	Доклад	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 4.7 Турбодетандер.	Подготовка к лекциям	Письменный опрос	2	Курс лекций
ПК -7	Тема 4.8 Применение сменных (регулируемых) входных направляющих аппаратов для изменения характеристики ЦБН.	Подготовка к лекциям	Подготовка к рубежному контролю	3	Курс лекций
Итого				55	

#### Заочное обучение

Код компетенции	Тема	Вид	Форма отчетности	Объем учебной работы (часов)	Учебно – методические материалы
ПК - 7	Тема 1. 1 Основные виды энергопривода компрессорных станций	Подготовка к лекциям	Входной контроль	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 1.2 Режимы работы магистральных газопроводов и энергопривода компрессорных станций	Подготовка к лекциям	Реферат	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 1.3 Принципиальные схемы головных и линейных компрессорных станций.	Подготовка к лекциям	Реферат	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 1.4 Центробежные нагнетатели природного газа.	Подготовка к лекциям	Устный опрос	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 1.5 Природный газ как топливо для газотурбинных установок	Подготовка к практическим	Письменный опрос	4	Курс лекций

		занятиям			
ПК -7	Тема 2.1 Принципиальные схемы и циклы газотурбинных установок	Подготовка к лекциям	Устный опрос, отчёт по практическим занятиям	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 2.2 Основы термодинамического расчёта газотурбинных установок	Подготовка к лекциям	Письменный опрос	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 2.3 Компрессоры, их конструкция и характеристика.	Подготовка к лекциям	Реферат	4	Курс лекций
ПК - 7	Тема 2.4 Камера сгорания.	Подготовка к лабораторным работам	Отчёт по лабораторным работам	4	Курс лекций
ПК - 7	Тема 2.5 Газовая турбина	Подготовка к лабораторным работам	Письменный опрос	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 2.6 Регенераторы	Подготовка к лабораторным работам	Письменный опрос	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.1 Организация эксплуатации цехов с газотурбинным приводом.	Подготовка к лекциям	Отчёт по лабораторным работам	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.2 Схемы и принцип работы газотурбинных установок	Подготовка к лекциям	Реферат	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.3 Подготовка ГПА к пуску	Подготовка к лекциям	Реферат	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.4 Проверка защиты и сигнализации ГПА	Подготовка к лекциям	Устный опрос	4	Курс лекций
ПК-7	Тема 3.5 Пуск ГПА и его загрузка	Подготовка к лекциям	Устный опрос	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.6 Обслуживание агрегата и систем КС в процессе работы	Подготовка к лекциям	Доклад	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.7 Подготовка циклового воздуха для ГТУ	Подготовка к лекциям	Доклад	4	Курс лекций



ПК -7	Тема 3.9 Устройство для подогрева всасывающего циклового воздуха	Подготовка к лекциям	Реферат	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.10 Противопомпажная защита ЦБН	Подготовка к лекциям	Доклад	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.11 Работа компрессорной станции при приёме и запуске очистных устройств	Подготовка к лекциям	Письменный опрос	4	Курс лекций
ПК-7	Тема 3.12 Особенности эксплуатации ГПА при отрицательных температурах.	Подготовка к лекциям	Доклад	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.13 Система пожаротушения ГПА и её эксплуатация.	Подготовка к лекциям	Доклад	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.14 Вибрация, виброзащита и вибромониторинг ГПА.	Подготовка к лекциям	Доклад	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 3.15 Нормальная и аварийная остановка агрегатов.	Подготовка к лекциям	Реферат	4	Курс лекций
ПК -7	Тема 4.1 Показатели надёжности газоперекачивающих агрегатов.	Подготовка к лекциям	Доклад	2,5	Курс лекций
ПК -7	Тема 4.2 Техническая диагностика газоперекачивающих агрегатов.	Подготовка к лекциям	Письменный опрос	2,5	Курс лекций
ПК -7	Тема 4.3 Определение технического состояния центробежных нагнетателей.	Подготовка к лекциям	Доклад	2,5	Курс лекций
ПК-7	Тема 4.4 Определение технического состояния ГПА с газотурбинным приводом.	Подготовка к лекциям	Доклад	2,5	Курс лекций
ПК -7	Тема 4.5 Диагностика ГПА в процессе работы и при выполнении ремонта.	Подготовка к лекциям	Реферат	2,5	Курс лекций
ПК -7	Тема 4.6 Причины увеличения энергетических затрат на транспорт газа и пути их снижения.	Подготовка к лекциям	Доклад	2,5	Курс лекций
ПК -7	Тема 4.7 Турбодетандер.	Подготовка к лекциям	Письменный опрос	2,5	Курс лекций

ПК -7	Тема 4.8 Применение сменных (регулируемых) входных направляющих аппаратов для изменения характеристики ЦБН.	Подготовка к лекциям	Подготовка к рубежному контролю	2,5	Курс лекций
Итого	128				

### 8.3. Контроль освоения дисциплины

Контроль освоения дисциплины проводится в соответствии с Положением о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.

Текущий контроль студентов проводится в следующих формах:

- 1) устный и письменный опрос;
- 2) защита выполненных лабораторных (практических) работ;
- 3) Реферат
- 4) Контрольная работа

Промежуточный контроль по результатам семестра по дисциплине проходят в форме устного или письменного задания, включающего в себя ответы на теоретические вопросы и решения задач.

### 8.4 График СРС бсеместр

#### График СРС

#### График СРС

недели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
форма отчета															
Письменная	ВК	УО	ПО	Р, П	Р, П	Р, П	УО	РК1	Р	УО	Р, П	Р, П	Д	Р	р

ВК – входной контроль, П – отчёт по практическим занятиям, Р – реферат, УО – устный опрос, ПО – письменный опрос, Д – доклад, РК – рубежный контроль, К \*КОЗ – контроль остаточных знаний, проводится после окончания изучения дисциплины через 1 – 2 семестра, согласно утверждённого графика

## 8.5 Учебная карта самостоятельной работы студента

### Учебная карта

#### самостоятельной работы студента \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ гр. \_\_\_\_\_ очной формы обучения

Учебная дисциплина «Газотурбинные установки»

Преподаватель \_\_\_\_\_

Модуль	Вид самостоятельной работы	Плановые сроки выполнения	Форма отчётности	Фактические сроки выполнения	Сумма баллов
1	Подготовка к входному контролю	2неделя	Входной контроль		5
	Подготовка к лекциям	3неделя	Реферат		
	Подготовка к лекциям	4неделя	Устный опрос		
	Подготовка к лекциям	5неделя	Письменный опрос		5
2	Подготовка к лекциям, ПЗ	6неделя	Реферат, отчёт по ПЗ		5
	Подготовка к лекциям, ПЗ	7неделя	Реферат, отчёт по ПЗ		5
	Подготовка к лекциям	8неделя	Реферат, отчёт по ПЗ		5
	Подготовка к лекциям	9неделя	Рубежный контроль №1		
	Подготовка к лекциям	10неделя	Устный опрос		
	Подготовка к рубежному контролю	11неделя	Реферат, ответы на вопросы		5
3	Подготовка к лекциям	12неделя	Письменный опрос		
	Подготовка к лекциям	13неделя	Устный опрос		
	Подготовка к лекциям	14неделя	Устный опрос		
	Подготовка к лекциям	15неделя	Доклад		5
	Подготовка к лекциям, ПЗ	16неделя	Реферат, отчёт по ПЗ		5
	Подготовка к лекциям, ПЗ	17неделя	Реферат, отчёт по ПЗ		5
	лекциям, ПЗ		отчёт по ПЗ		
	Подготовка к рубежному контролю	18неделя	Реферат		5

	Подготовка к контролю остаточных знаний		Ответы на вопросы		10
	Итого				60

### **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» дисциплина «Газотурбинные установки» для проведения аудиторных занятий включает:

#### **1. Лекционные занятия**

Аудитория, основная и дополнительная литература, ноутбук.

#### **2. Практические занятия.**

Аудитория, основная и дополнительная литература, ноутбук.

#### **3. Лабораторные занятия**

Аудитория, основная и дополнительная литература, ноутбук.

Студенты имеют свободный доступ в компьютерный класс в любое удобное для них время.

Лицензионное программное обеспечение

- программное обеспечение «Компас-3D V 13»,
- программное обеспечение «AutoCAD 2014»,
- программно-информационная система «ОЛИМП:ОКС».

## 10. Ресурсное обеспечение

10.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

**а) основная литература:**

1. Быков Л. И. Типовые расчёты при сооружении и ремонте газонефтепроводов: Учеб. пособие для вузов – СПб.: Недра, 2012 – 824 с.
2. Поршаков Б. П. Газотурбинные установки: Учеб. для вузов. – М.: Недра; 2010. – 238 с.: ил.
3. Шайхутдинов А. З. Разработка и модернизация газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом. – Казань: ООО «Слово», 2009 – 339 с

**б) дополнительная литература:**

1. Галиуллин З.Т., Щуровский В.А. Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты нового поколения. Юбилейный сборник трудов «50 лет газопроводу Саратов-Москва, т.3. – М6 ИРЦ Газпром. 1996. -79-85 с.
2. Козаченко А.Н. – Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов. – М. «Нефть и газ», 1999. 463 с.
3. Козаченко А.Н., Никишин В.И., Поршаков Б.П. – Энергетика трубопроводного транспорта газов. Учебное пособие. М. «Нефть и газ», 2001. – 400 с.
4. Никишин В.И. – Энергосберегающие технологии трубопроводного транспорта природных газов. М. «Нефть и газ», 1998. 420 с.
5. Никишин В.И. – Охрана окружающей среды при эксплуатации газотурбинных установок. М. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 1996. 38 с.
6. Альбом характеристик центробежных нагнетателей природного газа. – М; ВНИИГаз, 1977. – 98 с.

10.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

**а) программное обеспечение ЭБС «IPRbooks»; «Moodle»**

**б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. [www.new.turbinist.ru/main/theary/470](http://www.new.turbinist.ru/main/theary/470) – gazoturbinnye – ustanovki – na – gazoprovodah – konspekt.
2. [www.twirpx.com/file/17043](http://www.twirpx.com/file/17043).
3. [www.c-stud.ru/work\\_html/look.html?razdel=157](http://www.c-stud.ru/work_html/look.html?razdel=157)

10.3 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Показатели	Количество единиц
Аудитории	3

Лаборатории	2
Методический кабинет	1
Библиотека	1
Электронный читальный зал	1
Архив	1
Количество точек свободного доступа к сети Интернет	100%
Электронные образовательные ресурсы (100% доступ ко всем ресурсам электронно-библиотечных систем)	ЭБС IPRbooks - <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
Доля классов, оснащенных мультимедийным проектором/ интерактивной доской/ экраном	70%
Компьютерный класс	1
Интерактивная доска	1
Проектор	1
Копировальная техника	1

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

**11.1.** Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

Подготовка к практическому занятию – 2 час.

Всего в неделю – 3 часа 25 минут.

**11.2.** Описание последовательности действий обучающегося («сценарий изучения дисциплины»).

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10 минут).

2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (15 минут).

3. В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой в библиотеке.

4. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

**11.3.** Рекомендации по работе с литературой.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги. Легче освоить курс придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания»

материала, добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?.

#### 11.4. Рекомендации по подготовке к экзамену.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала экзамена, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?.

При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

11.5 Указания по организации работы с контрольно-измерительными материалами, по выполнению домашних заданий.

При выполнении домашних заданий необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи, а затем приступить к расчетам и сделать качественный вывод.

#### 11.6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

№	Наименование	Режим доступа
1.	Методические указания для практических занятий (лабораторных работ)	Система электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle
2.	Методические указания для курсовой работы (проекта)	
3	Методические указания для самостоятельной работы	

