



УТВЕРЖДАЮ
 Директор института природных ресурсов
 А.Ю. Дмитриев
 « 22 » сентября 2016г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
 НА 2016-2017 УЧЕБНЫЙ ГОД
 «ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ»**

Направление ООП 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль подготовки
 «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа
 и продуктов переработки»
 Квалификация (степень) **Бакалавр**
 Базовый учебный план приема **2016 г.**
 Курс **4** семестр **7**
 Количество кредитов **3**
 Код дисциплины **Б1.ВМ5.1.12**

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	22
Практические занятия, ч	22
Лабораторные занятия, ч	-
Аудиторные занятия, ч	44
Самостоятельная работа, ч	64
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации **зачет**
 Обеспечивающее подразделение **кафедра ТХНГ ИПР**

Заведующий кафедрой  **А.В. Рудаченко**
 (ФИО)
 Руководитель ООП  **О.В. Брусник**
 (ФИО)
 Преподаватель  **Н.В. Чухарева**
 (ФИО)
 2016г.

1. Цели освоения модуля (дисциплины)

В результате освоения дисциплины Б1.ВМ5.1.12 «Газотурбинные установки» бакалавр приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц1, Ц3, Ц5 ООП 21.03.01 «Нефтегазовое дело»:

Код цели	Формулировка цели	Требования ФГОС и заинтересованных работодателей
Ц1	Подготовка выпускника к производственно-технологической деятельности в области нефтегазового дела, применению математических, физических и специальных знаний и интегрированию новых идей при эксплуатации, обслуживании машин и оборудования для разработки, добычи, транспорта и хранения нефти и газа	Требования ФГОС, критерии АИ-ОР, соответствие международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Потребности научно-исследовательских центров ОАО «ТомскНИПИнефть» и предприятий нефтегазовой промышленности, предприятия ООО «Газпром», АК «Транснефть»
Ц3	Подготовка выпускника к экспериментально-исследовательской деятельности, умению анализировать информацию по технологическим процессам и проводить экспериментальные исследования, связанные с разработкой инновационных эффективных методов бурения нефтяных и газовых скважин, разработкой и эксплуатацией месторождений углеводородов, их транспорта и хранения	Требования ФГОС, критерии АИ-ОР, соответствие международным стандартам EUR-ACE и FEANI, запросы отечественных и зарубежных работодателей
Ц5	Подготовка выпускника к самообучению и постоянному профессиональному самосовершенствованию в условиях автономии и самоуправления.	Требования ФГОС, критерии АИ-ОР, соответствие международным стандартам EUR-ACE и FEANI, запросы отечественных и зарубежных работодателей

Общей целью изучения дисциплины является приобретение студентами базовых знаний, связанных с эксплуатацией газотурбинных установок на компрессорных станциях магистральных газопроводов.

Изучение дисциплины позволит студентам овладеть необходимыми знаниями и умениями в области газотурбинных технологий, выступающих в роли основного силового оборудования компрессорных станций. Приобрести знания, умения и навыки при сооружении и эксплуатации компрессорных станций с газотурбинным двигателем.

2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина Б1.ВМ5.1.12 «Газотурбинные установки» предшествует освоению дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Б1.ВМ2.7 «Физика 1.1»; Б1.ВМ2.8 «Физика 2.1», Б1.ВМ2.9 «Физика 3.1»;

- Б1.ВМ4.2.1 «Творческий проект»;
- Б1.М4.13 «Термодинамика и теплопередача»;
- Б1. ВМ4.4.1 «Учебно-исследовательская работа студентов»;
- Б1. ВМ5.1.6 «Эксплуатация насосных и компрессорных станций».

Содержание разделов дисциплины (модуля) согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- Б1.М5.1.11 «Надежность и долговечность машин»;

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины Б1.ВМ5.1.12. «Газотурбинные установки», направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС ВО, критериями АИОР, согласованных с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI (табл. 1):

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении дисциплины

Результаты обучения, согласно ООП	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Навыки
Р2 (ПК-4, ПК-5, ПК-15)	32.14	Способы снижения выбросов вредных веществ в атмосферу при эксплуатации разных типов камер сгорания ГТУ	У2.13	Выбирать технологические схемы ГТУ с пониженным уровнем эмиссии	В2.12	Расчета стехиометрических реакций частичного и полного горения газообразного топлива
Р3 (ОК-7, ОПК-6, ПК-23)	33.6	Методы и средства самостоятельного поиска информации в области нефтегазового дела	У3.6	Работать индивидуально и в качестве члена команды, выполняя полученные задания, проявлять инициативу	В3.6	Навыком поиска аналитической информации для осуществления учебного и профессионального видов деятельности
Р5 (ПК-1, ПК-3, ПК-4)	35.26	Технологические характеристики и принципы работы газотурбинного оборудования	У5.27	Использовать современные методики определения технологических термогазодинамических параметров	В5.27	Методами планирования по проведению работ технического обслуживания и ремонта ГТУ

Р6 (ПК-4, ПК-10)	36.8	Основные способы защиты наиболее перегреваемых частей элементов ГТУ	У6.8	Применять математические и графоаналитические методы для определения некоторых характерных характеристик ГТУ	В6.8	Знаниями о влиянии состава топлива на эффективность горения при эксплуатации классических и низкоэмиссионных камер сгорания ГТУ
Р8 (ПК-14)	38.12	Методики определения основных показателей работы элементов ГТУ и методики повышения экономичности их работы	У8.12	Обоснованно выбирать основные элементы ГТУ с целью получения высокой эксплуатационной надежности в области промышленной и экологической безопасности	В8.12	Методами выбора рациональных способов эксплуатации ГТУ

В процессе освоения дисциплины Б1.ВМ5.1.12. «Газотурбинные установки» студентом должны быть достигнуты следующие результаты (РД), табл. 2:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ Результата дисциплины	Содержание результата дисциплины
РД1	Владеет знаниями о основных характеристиках и принципе работы газотурбинных установок в компоновке с компрессорными агрегатами для транспортировки природного газа в систем магистральных трубопроводов
РД2	Умеет выбирать оптимальные режимы эксплуатации газотурбинных установок газоперекачивающих агрегатов
РД3	Рассчитывает основные термогазодинамические параметры и технологические характеристики ГТУ
РД4	Владеет методами повышения экономичности работы основных элементов ГТУ и двигателя в целом

РД5	Владеет общими вопросами технологии проведения контроля за работой ГТУ
-----	--

4. Структура и содержание дисциплины

Содержание теоретического раздела дисциплины Б1.ВМ5.1.12 «Газотурбинные установки» включает темы лекционных занятий общей трудоемкостью 22 часа, темы практических занятий общей трудоемкостью 22 часа (табл. 3).

Таблица 3

Темы лекционных и практических занятий, лабораторных работ

№ п/п	Название модуля дисциплины	Объем, ч.	
		ЛК	ПР
1	Модуль 1. Введение. Использование газотурбинных установок в качестве привода компрессоров для транспортировки товарного и природного газа в системе магистральных газопроводов	2	-
2	Модуль 2. Технологические схемы и циклы одновалных, многовалных и комбинированных ГТУ	4	4
3	Модуль 3. Топливо и рациональное его сжигание в камерах сгорания ГТУ: элементы топлива, внешний и внутренний балласт топлива, тепло-техническая оценка элементов топлива (теплота сгорания, температура сгорания, температура калориметрирования, энтальпия процесса горения, коэффициент избытка воздуха, теоретически необходимый расход сухого воздуха)	4	6
4	Модуль 4. Основные элементы газотурбинных установок: Камеры сгорания: история развития, устройство и принцип действия, классификация, осложнения, связанные с эксплуатацией; Компрессоры: устройство и принцип действия, осложнения, связанные с эксплуатацией; Турбины- устройство и принцип действия, осложнения, связанные с эксплуатацией.	8	6
5	Модуль 5. Способы повышения эффективности ГТУ Подготовка топливного газа, очистка выбросов при эксплуатации ГТУ. Определение и нормативные показатели ПДК при оценке выбросов. Технологии экологичной эксплуатации ГТУ. Способы повышения экономичности ГТУ. Применение низкомиссионных камер сгорания	4	6
Всего, часов		22	22

Модуль 1. Введение. Использование газотурбинных установок в качестве привода компрессоров для транспортировки товарного и природного газа в системе магистральных газопроводов.

Введение. История развития газотурбинных установок. Использование ГТУ в современном трубопроводном транспорте природного и попутного нефтяного газа в качестве привода газоперекачивающих агрегатов и для получения тепла на собственные нужды и для обогрева близлежащих поселений. Основные модели со-временных газотурбинных установок (2 ч).

Модуль 2. Технологические схемы и циклы одновалных, многовалных и комбинированных ГТУ.

Схемы и циклы простейших ГТУ. Простая газотурбинная установка непрерывного горения и устройство её основных элементов. Простая газотурбинная установка прерывистого горения. Показатели эффективности циклов ГТУ. Обратимые термодинамические циклы газотурбинных двигателей.

Технологические схемы многовалных газотурбинных двигателей. Комбинированные ГТУ. Термодинамический цикл сложных ГТУ. Сравнительный анализ термодинамических циклов ГТУ. Реальный цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. Основные показатели работы ГТУ (4 ч).

Перечень практических занятий по модулю 2 дисциплины:

1. Учебный фильм «Газотурбинные установки для получения альтернативных источников энергии» (1 ч).
2. Сравнение комбинированных ГТУ разного технологического исполнения (3 ч).

Модуль 3. Топливо и рациональное его сжигание в камерах сгорания ГТУ: элементы топлива, внешний и внутренний балласт топлива, тепло-техническая оценка элементов топлива (теплота сгорания, температура сгорания, температура калориметрирования, энтальпия процесса горения, коэффициент избытка воздуха, теоретически необходимый расход воздуха).

Классификация органического топлива. Теплотехнические характеристики топлива. Теплота сгорания. Летучие вещества и кокс. Горение топлива. Стехиометрические реакции горения топлива. Определение показателей теоретического расхода сухого воздуха и коэффициентов избытка воздуха, исходя из первоначального состава сухого газообразного топлива. Определение теплотворной способности природного газа (4 ч).

Перечень практических занятий по модулю 3 дисциплины:

1. Расчет основных характеристик топлива (2 ч).
2. Учебный фильм «Основные и вспомогательные элементы ГТУ» (1 ч).
3. Расчет термогазодинамических параметров ГТУ (3 ч).

Модуль 4. Основные элементы газотурбинных установок: Камеры сгорания: история развития, устройство и принцип действия, классификация, осложнения, связанные с эксплуатацией; Компрессоры: устройство и принцип действия, осложнения, связанные с эксплуатацией; Турбины - устройство и принцип действия, осложнения, связанные с эксплуатацией.

Компрессоры. Классификация, рабочие характеристики. Принцип работы центробежных и осевых компрессоров. Конструктивные особенности, принцип работы, основные элементы. Проточная часть: виды конфузорной проточной части и диффузорной, ступени компрессора (рабочие колеса, направляющие и спрямляющие аппараты). Основные 6 видов проточной части осевых компрессоров. Достоинства и недостатки, влияние длины и геометрии лопаток на углы атаки. Вероятность возникновения помпажных явлений, комплексы мероприятий для исключения срыва воздушных потоков в ступенях ОК.

Камеры сгорания. История развития. Конструктивные исполнения и особенности. Требования, предъявляемые к камерам сгорания. Основные показатели работы камер сгорания Объемная теплонапряженность. Эффективный КПД.

Турбины. Технологические схемы. Ступени газовых турбин. Виды креплений и кон-

структурные особенности лопаток газовых турбин. Повышение надежности и долговечности лопаток газовых турбин (8 ч).

Перечень практических занятий по модулю 4 дисциплины:

1. Учебный фильм «Осевые компрессоры ГТУ и камеры сгорания» (1 ч).
2. Характеристики ступени компрессора и турбины (2 ч).
3. Определение параметров работы компрессора и турбины (3 ч).

Модуль 5. Способы повышения эффективности ГТУ.

Подготовка топливного газа, очистка выбросов при эксплуатации ГТУ. Определение и нормативные показатели ПДК при оценке выбросов. Технологии экологичной эксплуатации ГТУ. Способы повышения экономичности ГТУ. Применение низкоэмиссионных камер сгорания. Способ и современные материалы для изготовления лопаток компрессора и турбины. Методы повышения долговечности лопаток ГТУ (4 ч).

Перечень практических занятий по модулю 5 дисциплины:

1. Расчет эффективного КПД ГТУ (6 ч).

5. Образовательные технологии

Для успешного освоения дисциплины Б1.ВМ5.1.12. «Газотурбинные установки» применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе (табл. 4).

Таблица 4

Методы и формы организации обучения

Формы организации обучения	Лекции, Практики	Тренинг Мастер-класс	СРС
Методы			
IT-методы	х		х
Работа в команде	х	х	х
Case-study	х	х	х

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу.

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме дисциплины, вынесенной на СРС;
- выполнение индивидуальных домашних заданий и подготовка к практическим занятиям;
- работа с отечественными и зарубежными источниками научно-технической литературы для подготовки докладов и презентаций на выбранную тему (доклад по выбору готовят студенты в командах по 2-3 человека для получения

дополнительных баллов при текущей аттестации) в формате мини-конференций в период проведения конференц-недели;

- подготовка к контрольным работам и зачету.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- выполнение расчетных работ;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях (ежегодная Международная конференция им. академика А.М. Усова)

6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа в объеме 64 ч. по освоению теоретических и практических основ дисциплины Б1.ВМ5.1.12. «Газотурбинные установки» заключается в следующем:

- работа с конспектом лекций, методической и учебной литературой в соответствии с учебным планом – 20 часов;
- подготовка рефератов – 10 часов;
- подготовка к входному контролю (тестированию), текущему контролю и итоговому контролю – 34 часа.

Для самостоятельной подготовки студентов к входному, текущему контролю (тестирование и контрольные работы №1, №2, №3), подготовки доклада и презентации (по выбору для получения дополнительных баллов), подготовки к итоговой аттестации, предложен следующий перечень тем дисциплины Б1.ВМ5.1.12 «Газотурбинные установки»:

- авиационные и судовые (комбинированного типа) газотурбинные двигатели;
- газомоторпоршневые компрессоры;
- диагностика работы и технического состояния камер сгорания;
- анализ причин выхода ГТУ из рабочего состояния;
- состав средств КИП и А ГТУ;
- системы смазки ГПА;
- конструкции устройств регенерации ГТУ;
- пусковые устройства газотурбинных двигателей и их технологическое исполнение;
- системы охлаждения газотурбинных двигателей;
- системы подготовки газа;
- системы технического обслуживания и ремонта ГТУ;
- воздухозаборные устройства ГТУ;
- компрессорные установки ГТУ;
- технологии подготовки воздуха и природного газа для сжигания в КС ГТУ.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Самоконтроль зависит от определенных качеств личности, ответственности за результаты своего обучения, заинтересованности в положительной оценке своего труда, материальных и моральных стимулов, от того насколько обучаемый мотивирован в достижении наилучших результатов. Задача преподавателя состоит в том, чтобы создать условия для выполнения самостоятельной работы (учебно-методическое обеспечение), правильно использовать

различные стимулы для реализации этой работы (рейтинговая система), повышать её значимость, и грамотно осуществлять контроль самостоятельной деятельности студента (фонд оценочных средств).

Контроль текущей СРС осуществляется на практических занятиях во время защиты практической работы, во время лекции в виде краткого опроса.

Контроль за проработкой лекционного материала и самостоятельного изучения отдельных тем осуществляется во время рубежного контроля (контрольные работы) и также во время защиты практических работ в том числе, и во время конференц-недель.

Проведение конференц-недель (одна неделя в семестре в соответствии с линейным графиком учебного процесса) позволяет повысить результативность и качество самостоятельной деятельности студентов.

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины Б1.ВМ5.1.12. «Газотурбинные установки» производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Таблица 5

Оценка качества освоения дисциплины

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Входной контроль (два тестирования)	РД1, РД2, РД3,
Текущий контроль (две контрольные работы и собеседование при сдаче отчетов по практическим занятиям)	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5
Итоговый контроль (зачет)	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5

(выполнение и защита индивидуальных практических работ, презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели, результаты участия студентов во входном, текущем и итоговом контроле и др.)

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

Входной контроль

Проводится во время проведения практических занятий в течение 20-25 минут. Ниже приведены примеры тестовых вопросов входного контроля, согласно тематике модулей дисциплины Б1.ВМ5.1.12. «Газотурбинные установки»:

Модуль 3. «Топливо и рациональное его сжигание в камерах сгорания ГТУ»

Основная характеристика энергетического топлива ?	1	теплотворная способность t
	2	теплосмкость
	3	теплопроводность
В каких пределах находятся значения коэффициента избытка воздуха для современных ГТУ	1	0,8...1
	2	1...2
	3	2...4
	4	4...8

Внешний балласт топлива	1	Зола, кислород в связанном состоянии
	2	зола и влажность
	3	сера негорючая и азот
	4	азот и кислород в связанном состоянии
Рассчитайте массовый расход воздуха B , если $L_0=16$; $\alpha=5$; G расход топливного газа =1,5	1	114
	2	139
	3	120
	4	85
При сгорании 1 кг серы в атмосферу выделяется тепла, кДж	1	119 000
	2	9000
	3	33 600
	4	141 500
Выберите уравнение материального баланса для сгорания рабочего топлива	1	$C+H+S+O+N+A=100\%$
	2	$C+H+Sл+O+N+A+W=100\%$
	3	$C+H+S+O+N=100\%$
	4	$C+H+Sл+O+N=100\%$
	5	$C+H+Sл+O+N+A=100\%$

Модуль 4. «Основные элементы газотурбинных установок»

Способ повышения экономичности работы ГТУ, путем сокращения вредных выбросов в атмосферу	1	Горение обедненной ТВС
	2	Введение в камеру сгорания дополнительных форсуночных устройств
	3	Применение системы предварительного сжатия воздуха перед осевым компрессором
	4	Введение системы регенерации тепла отработанных продуктов сгорания
Отрыв пламени в камере сгорания ГТУ происходит в результате	1	В результате засорения топливных форсунок
	2	В результате изменения объемного соотношения между топливом и воздухом
	3	В результате превышения скорости подачи ТВС над скоростью распространения пламени
	4	В результате превышения скорости распространения пламени над скоростью подачи ТВС
Повышение КПД осевого компрессора может быть вследствие	1	Применения термически устойчивых материалов с керамическими покрытиями
	2	Увеличения осевых и радиальных зазоров лопаток проточной части ОК
	3	Изменения вида проточной части ОК
	4	Введения в проточную часть на 4...6 ступенях ОК сбросных клапанов
	5	Предварительный подогрев воздуха перед ОК
Применение силовой турбины на независимом валу позволяет	1	Увеличить диапазон частоты вращения нагнетателя
	2	Существенно увеличить КПД ГТУ
	3	Оптимизировать работу осевого компрессора
	4	Снизить тепловые нагрузки на камеру сгорания и сопловый аппарат турбины
Увеличение эксплуатационного ресурса работы лопаток турбины возможно вследствие	1	Утолщения стенки лопатки
	2	Разбавления продуктов сгорания вторичным воздухом на выходе из КС
	3	Увеличения ступеней турбины

	4	Использование в одной технологической схеме ТВД, ТНД и независимой силовой турбины
Введение в схему ГТУ регенератора	1	Повышает ее экономичность
	2	Снижает тепловые нагрузки на отдельные элементы ГТУ
	3	Увеличивает эксплуатационный срок
	4	Сокращает количество выбросов вредных веществ в атмосферу
Применение ГТУ со ступенчатым сжатием (с промежуточным охлаждением)	1	Снизить затрачиваемую работу на сжатие воздуха в компрессоре
	2	Увеличить работу, получаемую при расширении рабочего тела
	3	Повысить единичную мощность ГТУ за счет изменения массового расхода рабочего тела
	4	Регулировать мощность ГТУ при частичных нагрузках

Текущий контроль

Проводится в заранее запланированное время на практических занятиях в течение 45 минут. Ниже приведены некоторые примеры вопросов и задач для текущего контроля в форме контрольных работ (по дисциплине Б1.ВМ5.1.12. «Газотурбинные установки») предусмотрено 2 контрольные работы в течение семестра), согласно тематике модулей дисциплины:

Контрольная работа № 1

Тема «Технологические схемы ГТУ»

Пример теоретических вопросов.

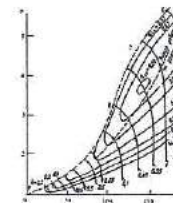
Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Дать определение газотурбинного двигателя	Что такое газотурбинный двигатель открытого цикла	Что такое газотурбинный двигатель замкнутого цикла
Схема ГТУ с одновальным ГТД простого цикла	Схема ГТУ с одновальным ГТД регенеративного цикла	Схема ГТУ с многовальным ГТД простого цикла со свободной силовой турбиной
Что такое газотурбинный двигатель с циклом промежуточного охлаждения	Что такое газотурбинный двигатель с циклом промежуточного подогрева	Что такое одновальный газотурбинный двигатель
Охарактеризуйте и схематически изобразите Цикл ГТУ при $P=\text{const}$	Охарактеризуйте и схематически изобразите Цикл ГТУ при $V=\text{const}$	Распишите основные параметры цикла (работа, удельный полезный КПД)

Контрольная работа № 2

Тема «Осевые компрессоры ГТУ»

Вариант 1

1. Что это за график. Назовите и охарактеризуйте неизвестные величины на графике.

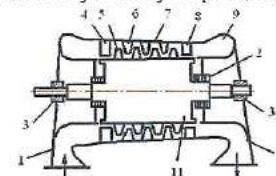


2. Назовите и объясните основные характеристики компрессоров ГТУ.

3. Причины возникновения помпажных явлений и способы их предотвращения.

Вариант 2

1. Охарактеризуйте технологическую схему и принцип работы осевого компрессора



2. От каких параметров зависит эффективного КПД осевого компрессора, способы его повышения.

3. Формы проточной части ОК.

Контрольная работа № 3

Тема «Камеры сгорания ГТУ»

Пример теоретических вопросов.

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Дать определение и формулы расчета тепловой мощности и объемной теплонпряженности камер сгорания	Полные потери давления в камере сгорания, формула расчета	Что такое тепловая эффективность камеры сгорания, формула определения тепловой эффективности
Проскок и отрыв пламени, причины данных явлений и последствия к которым они приводят	Схема индивидуальной цилиндрической камеры сгорания и ее принцип работы. Достоинства и недостатки	Схема кольцевой камеры сгорания и ее принцип работы. Достоинства и недостатки

Итоговый контроль

Формой итогового контроля является зачет в 8 семестре. Для проведения итогового контроля приведены примеры зачетных билетов.

ОБРАЗЕЦ Зачетный билет № 1 Дисциплина «Газотурбинные установки»		
1	Конструктивные исполнения газовой турбины	20 баллов
2	<p>Определить давление и уточненное значение температуры воздуха за компрессором газотурбинной установки, если: температура воздуха перед компрессором $T_1=20$ °С; соотношение граничных давлений в компрессоре $\pi_k=9,1$; $P_1=0,1015$ МПа; политропный КПД компрессора $\eta=0,83$.</p> <p>Истинный показатель адиабаты воздуха при коэффициенте избытка воздуха $\alpha=\infty$</p>	20 баллов
Кафедра ТХНГ		
Составил	Доцент каф. ТХНГ	Н.В. Чухарева
Утверждаю	Руководитель ООП	О.В. Брусник

ОБРАЗЕЦ Зачетный билет № 2 Дисциплина «Газотурбинные установки»														
1	Основные показатели работы камер сгорания	20 баллов												
2	<p>Рассчитать теоретически необходимый расход сухого воздуха L_0 для сжигания в камере сгорания ГТУ 1 кг топлива. Состав и характеристика газовой смеси представлена в таблице.</p> <table border="1"> <tr> <td>Молярная концентрация $r, \%$</td> <td>CH_4</td> <td>C_2H_6</td> <td>CO_2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>97</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Молекулярная масса, $\mu, \text{кг/кмоль}$</td> <td>16,04</td> <td>30,07</td> <td>44,01</td> </tr> </table>	Молярная концентрация $r, \%$	CH_4	C_2H_6	CO_2		97	2	1	Молекулярная масса, $\mu, \text{кг/кмоль}$	16,04	30,07	44,01	20 баллов
Молярная концентрация $r, \%$	CH_4	C_2H_6	CO_2											
	97	2	1											
Молекулярная масса, $\mu, \text{кг/кмоль}$	16,04	30,07	44,01											
Кафедра ТХНГ														
Составил	Доцент каф. ТХНГ	Н.В. Чухарева												
Утверждаю	Руководитель ООП	О.В. Брусник												

ОБРАЗЕЦ Зачетный билет № 3 Дисциплина «Газотурбинные установки»		
1	Газотурбинные установки замкнутого типа	20 баллов

2	Рассчитайте коэффициент избытка воздуха α , если расход продуктов сгорания с левом и правом газододах составил $M_{\text{пс}}=77 \text{ кг/с}$; массовый расход топливного газа $B=0,6 \text{ кг/с}$; характеристика элементарного состава топлива $E=0,98$; весовая горючая концентрация углерода = 85%.	20 баллов
Кафедра ТХНГ		
Составил	Доцент каф. ТХНГ	Н.В. Чухарева
Утверждаю	Руководитель ООП	О.В. Брусник

8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 88/од от 27.12.2013 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества освоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

Дисциплина	«Газотурбинные технологии»	Число недель -8	Баллы
Институт	Институт природных ресурсов	Кол-во кредитов -3	
Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа	Лекции, 16 час.	-
		Практические занятия, 24 час.	30
		Контрольная работа 1	5
		Контрольная работа 2	5
		Контрольная работа 3	5
		Выполнение ИДЗ (подготовка презентации и доклада на выбранную тему дисциплины)	5
Семестр	весенний (8)	Всего аудиторной работы, 40 час.	
Группы	2Б2А	Самостоятельная работа, 41 час.	10
		Итоговая аттестация	40
Преподаватели	доцент каф. ТХНГ ИРП, к.х.н. Н.В. Чухарева, ассистент каф. ТХНГ К.Н. Радюк	ВСЕГО, 108 час.	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплин

9.1. Описание электронного курса

Цель курса «Газотурбинные установки» – подготовка студентов к решению практических задач, связанных с эксплуатацией газотурбинных установок на компрессорных станциях магистральных газопроводов. Современные компрессорные станции магистральных газопроводов – сложные энергетические сооружения. На компрессорных станциях осуществляется выработка механической, а в ряде случаев и электрической энергии, регенерация и утилизация тепла в газотурбинных установках, сжатие транспортируемого газа в нагнетателях, охлаждение газа в теплообменных аппаратах. Основным силовым оборудованием компрессорной станции являются газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным и электрическим приводом. Задачей изучения курса является приобретение студентами необходимых знаний о принципах работы ГТУ, овладение методами их термодинамического расчета, навыками контроля основных параметров, режимов работы агрегата и методами диагностики газотурбинных установок. Изучение курса «Газотурбинные установки» позволяет существенно повысить качество подготовки инженеров для последующей практической работы в области проектирования и эксплуатации насосных и компрессорных станций, как в важной составной части систем магистрального транспорта нефти, газа и нефтепродуктов.

Схема доступа:

<http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=540>

9.2. Методическое обеспечение самостоятельной работы

Основная	
1.	Рудаченко, Александр Валентинович Газотурбинные установки для транспорта природного газа [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Рудаченко, Н. В. Чухарева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра транспорта и хранения нефти и газа (ТХНГ). — 1 компьютерный файл (pdf; 5.9 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..
2.	Костюк, Аскольд Глебович Динамика и прочность турбомашин : учебник для вузов / А. Г. Костюк. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Изд-во МЭИ, 2007. — 475 с.: ил. — Библиогр.: с. 472. — ISBN 978-5-383-00130-1.
Схема доступа:	
-	http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m047.pdf
3.	Рудаченко, Александр Валентинович Газотурбинные установки [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Рудаченко, Н. В. Чухарева, С. С. Байкин; Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 8.2 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия

печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..
Схема доступа:
• http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m236.pdf
Дополнительная
1. Газотурбинные энергетические установки : учебное пособие / С. В. Цанев [и др.]. — Москва: Изд-во МЭИ, 2011. — 427 с.: ил. — Библиогр.: с. 420. — Предметный указатель: с. 421-423. — ISBN 978-5-383-00504-0.
2. Афанасьев, Владимир Васильевич Диагностика и управление устойчивостью горения в камерах сгорания энергетических установок / В. В. Афанасьев, Н. И. Кидин. — Москва: Физматлит, 2008. — 176 с.: ил. — Энергетика. Электротехника. — Список литературы: с. 170-176. — ISBN 978-5-9221-0964-2.
3. Ревзин, Борис Соломонович Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом : учебное пособие / Б. С. Ревзин. — Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002. — 269 с.: ил. — Библиогр.: с. 265-266. — ISBN 5-321-00143-X.
4. Газотурбинные технологии: специализированный информационно-аналитический журнал. — Рыбинск: Газпром, 2009 – 2014 гг

Средства обеспечения освоения дисциплины

Internet-ресурсы

- рабочая программа дисциплины "Газотурбинные установки" <http://portal.tpu.ru/SHARED/n/NATASHA/Material>;
- компьютеризированное учебное пособие по лекционному материалу <http://portal.tpu.ru/SHARED/n/NATASHA/Material>;
- демонстрационные материалы на слайдах
- <http://portal.tpu.ru/SHARED/n/NATASHA/Material>
- Лекции Web ST <http://portal.tpu.ru/SHARED/n/NATASHA/Material>.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины производится на базе учебных аудиторий Института природных ресурсов. Все учебные аудитории оснащены современным презентационным оборудованием, позволяющим проводить лекционные, практические занятия, а также организовывать промежуточные отчетные презентации, мини-конференции и коллоквиумы (табл.6).

Таблица 6



Материально-техническое обеспечение дисциплины


№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	используется персональный PC Core 2 Duo 1.8. с программным обеспечением: Microsoft Office PowerPoint 2003)	305 ауд. 20 кор

2	персональный PC Core 2 Duo 1.8, Интерактивная доска StarBoard FX-82W, с программным обеспечением: Microsoft Office PowerPoint 2003; Система интерактивного опроса и голосования VERDICT на 30 участников; Беспроводной графический планшет	123 ауд. 20 корп
3	персональный PC Core 2 Duo; Мультимедийный комплекс; Плазменная панель NEC Plasma Sync; ПО: Inventor, MathCad, Microsoft Office PowerPoint 2003, Виртуальные лабораторные работы	114 ауд. 20 корп

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки бакалавров «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки», профессиональных стандартов 19.010 «Транспортирование природного газа по магистральным газопроводам», 19.003 «Обслуживание и ремонт технологического оборудования организаций переработки нефти и газа», 19.013 «Эксплуатация газотранспортного оборудования», 19.016 «Диагностирование объектов линейной части магистральных газопроводов».

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ТХНГ
(протокол № 29 от « 28 » июня 2016 г.).

Авторы: к.х.н., доцент каф. ТХНГ  Н.В. Чухарева
к.т.н., инженер производственного отдела
по эксплуатации магистральных газопроводов
ООО «Газпром трансгаз Томск»  А.В. Герасимов

Рецензент - к.т.н., начальник отдела экологической безопасности и РП
АО «Транснефть-Центральная Сибирь»  А.В. Сгибнев