

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор института  
 \_\_\_\_\_ Боев А.С.  
 «28» августа 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
 БАЗОВАЯ**

**Газотурбинные установки**

Направление (специальность)	<b>21.04.01 Нефтегазовое дело</b>		
ООП			
Номер кластера			
Профиль подготовки (специализация, программа)	<b>«Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»</b>		
Квалификация	<b>магистр</b>		
Базовый учебный план приема (год)	<b>2018</b>		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>3</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения		
Лекции, ч	<b>16</b>		
Практические занятия, ч	<b>16</b>		
Лабораторные занятия, ч	<b>16</b>		
Контактная (аудиторная) работа (ВСЕГО), ч	<b>48</b>		
Самостоятельная работа, ч	<b>60</b>		
ИТОГО, ч	<b>108</b>		
Вид промежуточной аттестации	<b>зачет</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>ОНД</b>
Руководитель профиля	<b>ОНД</b>	<b>Манабаев К.К.</b>	
Руководитель ООП	<b>ОНД</b>	<b>Манабаев К.К.</b>	
Преподаватель	<b>ОНД</b>	<b>Чухарева Н.В.</b>	

2018 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) является формирование у обучающихся определенного состава компетенций (результатов освоения) для подготовки к профессиональной деятельности (в соответствии с п. 3).

Общей целью изучения дисциплины «Газотурбинные установки» является:

- *приобретение студентами базовых знаний по технологическим особенностям газотурбинного двигателя, используемого в качестве привода газоперекачивающих агрегатов;*
- *приобретение студентами базовых знаний по современным технологиям теплогидродинамических расчетов, математического моделирования для определения основных эксплуатационных параметров ГТУ;*
- *приобретение студентами базовых знаний по технологиям обслуживания ГТУ в соответствии с требованиями нормативно-технической документации;*
- *закрепление навыков самостоятельной работы и умения работать в команде.*

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина М1.ВМ1.4 «Газотурбинные установки» является составляющей Вариативной части и входит в ряд дисциплин Междисциплинарного профессионального модуля учебного плана подготовки магистров по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины М1.ВМ1.4 «Газотурбинные установки» необходимы для успешного освоения последующих специальных дисциплин Вариативной части (Вариативный междисциплинарный профессиональный модуль).

### ***Пререквизиты:***

1. Расчет и конструирование машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов;
2. Прочность оборудования газонефтепроводов и хранилищ.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины М1.В.М.1.4 «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)

Составляющие результатов освоения ООП Таблица 1

Результаты освоения ООП	Компетенции по ФГОС, СУОС	Составляющие результатов освоения					
		Код	Владение опытом	Код	Умения	Код	Знания
Р9	<i>УК-1, ОПК-1, ОПК-4, ПК-9, ПК-10, ПК-16, ПК-17, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22</i>	В9.3	планирования и организации работы по проведению планово-предупредительных ремонтов установок, технического обслуживания и ремонта оборудования.	У9.3	планировать и организовывать работу по проведению планово-предупредительных ремонтов установок, технического обслуживания и ремонта оборудования.	39.3	работу по проведению планово-предупредительных ремонтов установок, технического обслуживания и ремонта оборудования.
Р11	<i>УК-1, ОПК-1, ОПК-4, ПК-9, ПК-10, ПК-16, ПК-17, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22</i>	В11.4	организации проведения проверок технического состояния, экспертизы промышленной безопасности и оценки эксплуатационной надежности технологического оборудования.	У11.4	организовывать проведение проверок технического состояния и экспертизы промышленной безопасности, проводить оценку эксплуатационной надежности технологического оборудования.	311.4	техническое состояние, экспертиза промышленной безопасности и эксплуатационная надежность технологического оборудования.

В процессе освоения дисциплины «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 «Газотурбинные установки» включает темы лекционных занятий общей трудоемкостью 16 часов, темы практических занятий общей трудоемкостью 16 часов и лабораторных работ общей трудоемкостью 16 часов.

**Раздел 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.

**Раздел 2. Технологические схемы и циклы одновальных, многовальных и комбинированных ГТУ**

Схемы и циклы простейших ГТУ. Обратимые термодинамические циклы газотурбинных двигателей. Технологические схемы многовальных газотурбинных двигателей. Комбинированные ГТУ. Сравнительный анализ термодинамических циклов. Основные показатели работы.

**Раздел 3. Топливо и рациональное его сжигание в камерах сгорания ГТУ**

Классификация и теплотехнические характеристики органического топлива. Стехиометрические реакции горения топлива. Определение показателей теоретического расхода сухого воздуха и коэффициентов избытка воздуха. Определение теплотворной способности природного газа.

#### **Раздел 4. Основные элементы газотурбинных установок**

Компрессоры. Классификация, рабочие характеристики. Принцип работы. Конструктивные особенности. Проточная часть. Ступени компрессора. 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 конструктивные особенности лопаток газовых турбин. Повышение надежности и долговечности лопаток газовых турбин.

#### **Раздел 5. Способы повышения эффективности ГТУ**

Подготовка топливного газа, очистка выбросов при эксплуатации ГТУ. Определение и нормативные показатели ПДК при оценке выбросов. Способы повышения экономичности ГТУ. Применение низкоэмиссионных камер сгорания. Методы повышения долговечности лопаток ГТУ.

### **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «Газотурбинные установки» предусмотрена в видах и формах, приведенных в табл. 3.

Таблица 3

*Основные виды и формы самостоятельной работы*

<b>Виды самостоятельной работы (оставить необходимое)</b>	<b>Объем времени, ч</b>
Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса	10
Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку	20
Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ	20
Подготовка к контрольной работе и зачету	10

### **6. Оценка качества освоения дисциплины (модуля)**

Оценка качества освоения дисциплины «Газотурбинные установки» в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Положением о промежуточной аттестации студентов Томского политехнического университета».

Максимальное количество баллов по дисциплине (модулю) в семестре – 100 баллов, в т.ч.:

- в рамках текущего контроля – 100 баллов.

Оценка качества освоения дисциплины (модуля) производится по результатам оценочных мероприятий.

Оценочные мероприятия текущего контроля по разделам и видам учебной

деятельности приведены в Приложении «Календарный рейтинг-план изучения дисциплины».

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Методическое обеспечение**

#### **а) основная литература:**

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>

#### **б) дополнительная литература**

4. 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.
5. 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.
6. 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.

7. Газотурбинные технологии: специализированный информационно-аналитический журнал. — Рыбинск: Газпром

## 7.2 Информационное обеспечение

1. Математический пакет Mathcad 15
2. Словари и энциклопедии. Режим доступа: <http://dic.academic.ru>
3. Научная электронная библиотека. Режим доступа: <http://elibrary.ru>
4. компьютеризированное учебное пособие по лекционному материалу <http://portal.tpu.ru/SHARED/n/NATASHA/Material>

Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ):

1. Mathcad 15

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Основное материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в табл. 4.

Таблица 4

Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, компьютерных классов, учебных лабораторий, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение), с указанием корпуса и номера аудитории
1.	Компьютерный класс на 10 рабочих мест со следующим программным обеспечением: Mathcad v.15, ANSYS, Solidworks. Наличие проектора.	Ленина 43, у.к. №3 218 ауд.
2.	Машинный зал с испытательными машинами и натурными образцами объектов нефтегазопромыслового оборудования	г. Томск, пр. Ленина, 43, Учебно-лабораторный корпус № 3, 110 ауд.

Базовая рабочая программа составлена на основе Общей характеристики ООП ТПУ по направлению «...» (приема 201\_\_ г.).

Программа одобрена на заседании ОНД \_\_\_\_\_  
(протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.).

Автор:

Доцент ОНД ИШПР, к.х.н. \_\_\_\_\_/Н.В. Чухарева

подпись

Рецензент:

Доцент ОНД ИШПР, к.ф.м.н. \_\_\_\_\_/К.К. Манабаев

подпись



## Дополнительные разделы, формируемые для рабочей программы на календарный учебный год

### 9. Образовательные технологии

При изучении дисциплины (модуля) используются следующие образовательные технологии:

Таблица 5

#### *Методы и формы организации обучения*

Формы организации обучения	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	Тр.*, Мк**	СРС	К. пр.***
Методы						
IT-методы	+	+	+		+	
Работа в команде	+	+	+			
Case-study						
Игра			+			
Методы проблемного обучения	+	+	+		+	
Обучение на основе опыта	+	+	+			
Опережающая самостоятельная работа		+	+		+	
Проектный метод						
Поисковый метод						
Исследовательский метод	+	+			+	
Другие методы						

\* – Тренинг, \*\* – мастер-класс, \*\*\* – командный проект

### 10. Содержание самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

**Темы индивидуальных заданий:**

1. Расчет циклов газотурбинных установок.
2. Расчет горения топлива
3. Расчёт газотурбинной установки с промежуточным воздухоохладителем

### 11. Оценочные мероприятия

#### 11.1 По дисциплине (модулю)

Оценочные мероприятия <i>(оставить необходимое)</i>	Кол-во*	Баллы	Результаты обучения по дисциплине (модулю), РД
Посещение занятий	20	20	РД1 – РД7
Контрольная работа	2	20	РД1 – РД6
Лабораторные работы	4	20	РД1 – РД7
Защита ИДЗ(РГР)	2	40	РД1 – РД7
<b>ИТОГО</b>		100	

Программа одобрена на заседании ОНД  
(протокол № \_\_\_\_\_ от «28» августа 2018 г.).

Доцент ОНД ИШПР, к.х.н

Н.В. Чухарева

\_\_\_\_\_

подпись