



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП 21.03.01  
Нефтегазовое дело

Никитина А.В.

(подпись)

(Ф.И.О. рук. ОП)

« 23 » июня 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Нефтегазового дела и нефтехимии  
(название кафедры)

Гульков А.Н.

(подпись)

(Ф.И.О. зав. каф.)

« 23 » июня 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕПЛОТЕХНИКА НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА**  
Направление подготовки: 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта»  
**Форма подготовки: очная/заочная**

Курс «3», семестр- «6»

лекции – «36» час.

практические занятия – «18» час.

лабораторные работы – «18» час.

в том числе с использованием МАО – лекц. «-»/практ. «17»./лаб. «-» час.

всего часов аудиторной нагрузки - «72» час.

в том числе с использованием МАО – «17» час.

самостоятельная работа – «108» час.

в том числе на подготовку к экзамену – «45» час.

контрольные работы (количество) – « »

курсовая работа / курсовой проект «-/-» семестр

зачет - «-» семестр

экзамен - «6» семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 г. № 235.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры нефтегазового дела и нефтехимии 20.06.2017 г., протокол № 13 .

Зав. кафедрой: д.т.н., профессор Гульков А.Н.

Составитель: профессор, д.т.н. Слесаренко В.В.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (А.Н. Гульков)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (А.Н.Гульков)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in** 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»

**Study profile** «Construction and repair of pipeline transportation facilities»

**Course title:** Heat engineering at oil and gas facilities

**Variable part of** Block 1, 4 credits

Instructor: Vyacheslav V. Slesarenko

**At the beginning of the course a student should be able to:**

- ability to creatively perceive and use the achievements of science and technology in the professional sphere in accordance with the needs of the regional and global labor market;
- ability to search, store, process and analyze information from various sources and databases, to present it in the required format using information, computer and network technologies.

**Learning outcomes:**

PK-9: ability to carry out operational control over the technical condition of technological equipment used in the construction, repair, reconstruction and rehabilitation of oil and gas wells, oil and gas production, collection and preparation of well products, transportation and storage of hydrocarbons;

PK-11: ability to draw up technological and technical documentation for the operation of oil and gas equipment;

PK-26: ability to choose and apply appropriate methods for modeling physical, chemical and technological processes.

**Course description:** Study of heat engineering processes and equipment at oil and gas facilities.

**Main course literature:**

1. Equipment for oil pumping and compressor stations: a manual for universities / V. V. Slesarenko, A. N. Gulkov; Far Eastern State Technical University, Vladivostok, 2010. – 269 p. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:416250&theme=FEFU>

2. Petroleum Engineering. Course book: Oil and gas business. Book for students [Electronic resource]: study guide / L. M. Bolsunovskaya, R. N. Abramova, I. A. Matveenko [and others]; by ed. L. M. Bolsunovskaya, R. N. Abramova, I. A. Matveyenko. - Electron. text data. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University, 2014. – 742 p. - 978-5-4387-0422-5. – Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/34646.html>

3. Verzhbitsky V.V. The basics of the construction of oil and gas transportation facilities [Electronic resource]: a tutorial / Verzhbitsky VV, Prachev Yu.N.— Electron. text data.— Stavropol: North Caucasus Federal University, 2014.— 154 c.— Access Mode: <http://www.iprbookshop.ru/63117.html>. – EBS “IPRbooks”

4. Ivanova, T.E. Chemical thermodynamics and its application in the oil and gas business [Electronic resource]: a tutorial / TE. Ivanova. – Electron. Dan. – Tyumen: Tsogu, 2014. - 146 p. - Access mode: <https://e.lanbook.com/book/64510>

**Form of final control:** pass-fail exam

## **АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕПЛОТЕХНИКА НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА»**

Учебная дисциплина «Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса» реализуется в рамках направления подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного транспорта».

Дисциплина входит в вариативную часть блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана и является дисциплиной выбора. Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрено 34 часа лекций, 17 часов лабораторных работ, 17 часов практических работ, 76 часов самостоятельной работы. Форма контроля – зачет (3 курс, 6 семестр).

Данная дисциплина логически связана с другими дисциплинами образовательной программы, такими как: «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика», «Термодинамика и теплопередача», «Электротехника», «Химия нефти и газа», «Насосные и компрессорные станции», «Машины и оборудование газонефтепроводов».

**Цель дисциплины** «Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса»: изучение теплотехнических процессов и оборудования на объектах нефтегазового комплекса.

### **Задачи дисциплины:**

1. Осуществлять технологические процессы хранения и сбыта нефти, нефтепродуктов и сжиженных газов;
2. Эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование, используемое при хранении и сбыте нефти, нефтепродуктов и сжиженных газов;
3. Эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование, используемое при трубопроводном транспорте нефти и газа, подземном хранении газа;
4. Оформлять техническую и технологическую документацию по эксплуатации нефтегазопромыслового оборудования.

Для успешного изучения дисциплины «Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

способность творчески воспринимать и использовать достижения науки, техники в профессиональной сфере в соответствии с потребностями регионального и мирового рынка труда;

способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ПК-9</b> способность осуществлять оперативный контроль за техническим состоянием технологического оборудования, используемого при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	Знает	принципы работы и особенности контроля за техническим состоянием технологического оборудования, используемого при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья
	Умеет	осуществлять контроль за техническим состоянием технологического оборудования при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья
	Владеет	алгоритмом принятия решений оперативного контроля за техническим состоянием технологического оборудования, как важнейшего составляющего повышения эффективности и надежности деятельности предприятий нефтегазовой отрасли
<b>ПК-11</b> способность оформлять технологическую и техническую документацию по эксплуатации нефтегазопромыслового оборудования	Знает	методы по системному представлению о конструкции, принципах работы и особенностях эксплуатации основного и вспомогательного оборудования газонефтепроводов
	Умеет	анализировать и обобщать опыт разработки новых технологических процессов и технологического оборудования в нефтегазовой отрасли
	Владеет	новыми методами технологических процессов транспорта нефти и газа, способностями фиксировать и анализировать результаты этих процессов
<b>ПК-26</b> способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	Знает	основные закономерности физических, химических и технологических процессов на объектах нефтегазового комплекса
	Умеет	выбирать соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов
	Владеет	навыками моделирования физических, химических и технологических процессов

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: пресс-конференция; метод дневников.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **(лекционный курс 34 / 8 часа)**

### **Тема 1. Состав и назначение теплотехнического оборудования на объектах нефтегазового комплекса (4 / 0,5 час.)**

Общие сведения о теплотехническом оборудовании, применяемом на объектах нефтегазового комплекса. Назначение и привязка теплотехнического оборудования к технологическим процессам. Виды и классификация основных видов теплотехнических устройств, сравнение преимуществ и недостатков. Основные показатели, характеризующие работу теплотехнических устройств.

### **Тема 2. Теплотехническое оборудование для подготовки нефти и газа к транспортировке. (4 / 1 час.)**

Влияние на характеристики нефти процессов нагрева и охлаждения. Термические процессы и оборудование при подготовке нефти к транспортировке. Изменение свойств газа при нагреве и охлаждении. Термические процессы и оборудование при подготовке газа к транспортировке.

### **Тема 3. Теплотехническое оборудование в составе агрегатных систем нефтеперекачивающих и компрессорных станций (4 / 1 час.)**

Особенности транспортировки высоковязкой нефти. Аппараты для подогрева нефти. Теплообменное оборудование в агрегатных системах на НПС. Аппараты для охлаждения газа на КС. Теплообменное оборудование в агрегатных системах на КС. Методы совершенствования теплотехнического оборудования на НПС и КС.

### **Тема 4. Газовые турбины (газотурбинные двигатели) как основной вид привода нагнетателей на компрессорных станциях. (4 / 1 час.)**

Структура газотурбинного двигателя, основные узлы, принципиальные схемы ГТУ. Термодинамический цикл ГТУ. Основные характеристики приводных газовых турбин.

## **Тема 5. Принцип действия, конструкция основных узлов приводных ГТУ. (4 / 1 час.)**

Газовая турбина в схеме ГТУ – назначение, принцип действия, основные показатели. Осевой компрессор в схеме ГТУ – назначение, принцип действия, основные показатели.. Камера сгорания в схеме ГТУ– назначение, принцип действия, основные показатели.

## **Тема 6. Теплообменные аппараты. (4 / 1 час.)**

Теплообменные аппараты как основное теплотехническое оборудование. Назначение и конструкции теплообменников. Особенности конструкторского и поверочного расчета теплообменников Аппараты воздушного охлаждения газа на КС. Теплообменники в системах подготовка циклового воздуха для ГТУ. Теплообменники в системах охлаждения узлов газотурбинной установки.

## **Тема 7. Применение теплообменных аппаратов для повышения эффективности работы оборудования НПС и КС (4 / 1 час.)**

Применение регенераторов и утилизаторов теплоты в схеме газотурбинной установки. Современные виды маслоохладителей в системах маслоснабжения агрегатов НПС и КС. Совершенствование аппаратов воздушного охлаждения газа на КС.

## **Тема 8. Вспомогательные системы теплоснабжения на нефтеперекачивающих и компрессорных станциях (4 / 1 час.)**

Потребление тепловой энергии на собственные нужды предприятий. Системы теплоснабжения НПС и КС. Основные источники тепловой энергии (котельные установки и утилизаторы, бойлеры, воздухоподогреватели, отопительные системы).

## **Тема 9. Перспективы применения когенерации на НПС и КС. (2 / 0,5 час)**

Реализация принципа когенерации при работе газотурбинного двигателя. Термодинамические характеристики цикла когенерационных установок. Комплексное использование теплоты и электроэнергии когенерационных установок на объектах нефтегазового комплекса.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(практические занятия 17 / 8 часов)**

### **Занятие 1. Методы расчета теплообменного оборудования.**

**(Круглый стол 2 / 1 час.)**

1. Методы определения основных термодинамических параметров.
2. Методы определения основных теплофизических параметров.
3. Необратимые процессы в теплотехнических устройствах, основные виды потерь энергии.
4. Использование уравнений материального, теплового баланса и теплопередачи для теплотехнических расчетов.
5. Применение уравнений гидро и газодинамики в теплотехнических расчетах.

### **Занятие 2. Расчет КПД цикла газотурбинного привода с регенерацией и утилизацией тепла . (Мозговой штурм 2 / 1 час.)**

1. Построение циклов газотурбинной установки в термодинамических диаграммах.
2. Определение параметров рабочего тела в характерных точках термодинамических процессов ГТУ.
3. Методы расчета затрат теплоты и работы в циклических процессах тепловых двигателей.
4. Оценка влияние характеристик рабочего процесса и параметров рабочего тела на основные показатели газотурбинного двигателя.

### **Занятие 3. Расчет характеристик газовой турбины. (2 / 1 час.)**

1. Исследование процессов преобразования потенциальной энергии газов из газогенератора в механическую энергию вращения ротора турбины.
2. Определение основных характеристик газовой турбины и оценка влияния режима работы турбины на вырабатываемую мощность и КПД установки.



#### **Занятие 4. Расчет характеристик осевого компрессора ГТУ.**

**(Круглый стол 2 / 1 час.).**

1. Исследование термодинамических процессов сжатия газов в осевых компрессорах.
2. Определение основных характеристик осевого компрессора и оценка влияния режима работы компрессора на потребляемую мощность и КПД.

**Занятие 5. Расчет характеристик камеры сгорания ГТУ. (Круглый стол 2 /1 час.).**

1. Исследование свойств газообразного топлива и расчет его основных показателей при сжигании в камере сгорания.
2. Определение основных характеристик камеры сгорания и оценка влияния режима работы камеры сгорания на расход топлива.

**Занятие 6. Поверочный расчет рекуперативного теплообменного аппарата (Анализ конкретной ситуации 2 /1 часа)**

1. Исследование типовых схем ГТУ с рекуперативным теплообменным аппаратом.
2. Определение основных показателей теплообменного аппарата.
3. Оптимизационные расчеты при выборе режима работы теплообменника.
4. Основы гидравлического расчета теплообменника-регенератора.

**Занятие 7. Когенерационные установки. (Деловая игра 2 / 1 час.).**

1. Исследование теплового баланса и цикла когенерационной установки.
2. Определение показателей когенерационных установок в системах собственных нужд НПС и КС.

**Занятие 8. Семинар – круглый стол. Заслушивание и обсуждение презентаций по индивидуальным темам самостоятельной работы (2 /0,5 час.).**

1. Прослушивание презентаций.

2. Обсуждение. Ответы на вопросы.

**Занятие 9. Семинар. (1 /0,5 час.). Заслушивание и обсуждение презентаций по индивидуальным темам самостоятельной работы.**

1. Прослушивание презентаций.
2. Обсуждение. Ответы на вопросы.

**Интерактивная часть занятий составляет 17 /6 часов.** Реализация обеспечивается проведением деловых игр, мозгового штурма, круглого стола, анализа конкретных ситуаций.

**Лабораторные работы (17 /6 час.)**

Для проведения лабораторных работ используется оборудование, размещенное в специализированной лаборатории (L355. 354). Первая часть лабораторных работ выполняются в виртуальном режиме. Для сопровождения виртуальных лабораторных работ используются демонстрационные стенды. Вторая часть лабораторных работ выполняется на газодинамическом стенде.

**Лабораторная работа №1. Изучение процессов в компрессорных установках.(4 / 2 час.)**

1. Ознакомление с конструкциями и принципом работы компрессоров.
2. Изучение процесса сжатия рабочего тела в компрессоре.
3. Установление зависимости между температурой окружающей среды и мощностью компрессора.
4. Определение мощности, затрачиваемой на привод компрессора ГТУ.
5. Анализ и сопоставление полученных данных

**Лабораторная работа №2.Изучение процессов в камерах сгорания газотурбинных двигателей. (4 / 1 час.)**

1. Ознакомление с конструкциями и принципами работы камер сгорания.
2. Изучение процесса сгорания рабочего тела в камере сгорания.
3. Установление зависимости между температурой за камерой сгорания (перед турбиной) и тепловой мощностью камеры сгорания.
4. Определение тепловой мощности камеры сгорания ГТУ.
5. Анализ и сопоставление полученных данных

### **Лабораторная работа №3. Изучение процессов в газовых турбинах.(4 / 1 час.)**

1. Ознакомление с конструкциями и принципами работы газовых турбин.
2. Изучение процесса расширения рабочего тела в турбине.
3. Установление зависимости между температурой перед турбиной и мощностью турбины.
4. Определение мощности силовой турбины, вращающей центробежный нагнетатель природного газа.
5. Анализ и сопоставление полученных данных

### **Лабораторная работа №4. Изучение принципов действия теплообменных аппаратов в схеме ГТУ. (3 / 1 час.)**

1. Ознакомление с конструкциями и принципами работы теплообменных аппаратов ГТУ.
2. Изучение процесса теплообмена в теплообменниках ГТУ.
3. Установление зависимости между температурой окружающей среды и тепловой мощностью воздухоохладителя.
4. Установление зависимости между расходом воздуха и температурой газа за регенератором.
5. Определение тепловой мощности воздухоохладителя ГТУ.
6. Определение тепловой мощности и температуры газов за регенератором ГТУ.
7. Анализ и сопоставление полученных данных

### **Лабораторная работа №5. Топливо газотурбинных установок и особенности его сжигания. (2 / 1 час.)**

1. Ознакомление с характеристиками и свойствами топлив ГТУ.
2. Изучение процесса сгорания топлива.
3. Установление зависимости между составом топлива и его расходом в камере сгорания ГТУ.
4. Определение стехиометрического коэффициента сжигания топлива ГТУ.
5. Анализ и сопоставление полученных данных

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Темы 1 - 9	ПК-9	Знает	ПР-6 (лабораторная работа) УО-1 (собеседование),	Собеседование (УО-1). Вопросы к зачету №№ 1 - 10
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-11	Знает	ПР-6 (лабораторная работа) УО-1 (собеседование)	
			Умеет		
			Владеет		
3	Темы 1-9	ПК-26	Знает	ПР-6 (лабораторная работа) УО-1 (собеседование)	Собеседование (УО-1). Вопросы к зачету №№ 11-20
			Умеет		
			Владеет		

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

#### **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

## Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Petroleum Engineering. Course book = Нефтегазовое дело. Книга для студентов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. М. Болсуновская, Р. Н. Абрамова, И. А. Матвеевко [и др.] ; под ред. Л. М. Болсуновская, Р. Н. Абрамова, И. А. Матвеевко. — Электрон. текстовые данные. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 742 с. — 978-5-4387-0422-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34646.html>
2. Вержбицкий В.В. Основы сооружения объектов транспорта нефти и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Вержбицкий В.В., Прачев Ю.Н.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.— 154 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63117.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Иванова, Т.Е. Химическая термодинамика и ее применение в нефтегазовом деле [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.Е. Иванова. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 146 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64510> . — Загл. с экрана.

## Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Посашков М.В. Энергосбережение в системах теплоснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Посашков М.В., Немченко В.И., Титов Г.И.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29799.html> .— ЭБС «IPRbooks»
2. Трушкова, Л.В. Расчёты по технологии переработки нефти и газа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.В. Трушкова, А.Н. Пауков. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. — 124 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/41033> . — Загл. с экрана.
3. Ассад, М.С. Продукты сгорания жидких и газообразных топлив: образование, расчет, эксперимент [Электронный ресурс] : монография / М.С. Ассад, О.Г. Пенязьков. — Электрон. дан. — Минск : , 2010. — 305 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90538> . — Загл. с экрана.

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

### «Интернет»

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7817](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=7817) Известия высших учебных заведений. Нефть и газ

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=30266](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=30266) Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть»

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28810](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28810) Экспозиция Нефть и газ

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7758](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=7758) Газовая промышленность

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8695](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=8695) Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8901> Наука и техника в газовой промышленности

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=38177](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=38177) Научно-технический сборник «Вести газовой науки»

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=10588](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=10588) Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=9156](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9156) Технологии нефти и газа

<http://burneft.ru/> Специализированный журнал «Бурение & нефть»

<http://www.worldenergy.ru/> Журнал «Мировая энергетика»

<http://www.energystrategy.ru/> сайт Института энергетической стратегии

<http://pipeline-science.ru> Специализированный журнал «Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов».

<http://www.oilru.com> Информационно-аналитический портал «Нефть России»

<http://www.ogbus.ru/> Нефтегазовое дело [Электронный ресурс].

<https://neftegaz.ru/> Информационно-аналитический портал

### **Нормативно-правовые материалы**

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности" утверждены Приказом федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12 марта 2013 года №101
2. РД 39-0148311-605-86 Унифицированные технологические схемы сбора, транспорта и подготовки нефти, газа и воды нефтедобывающих районов
3. СП 284.1325800.2016 Трубопроводы промысловые для нефти и газа. Правила проектирования и производства работ
4. ВНТП 3-85 "Нормы технологического проектирования объектов сбора, транспорта, подготовки нефти, газа и воды нефтяных месторождений"
5. ГОСТ Р 54973 Переработка попутного нефтяного газа. Термины и определения.
6. ГОСТ Р 55141 Переработка попутного нефтяного газа. Малогабаритные блочные газоперерабатывающие комплексы. Общие технические требования

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Для успешного освоения дисциплины необходимо следующее программное обеспечение, установленное на ноутбуке:

1. Microsoft Office
2. MatLAB
3. Microsoft Access
4. PowerPoint
5. Autodesk AutoCAD
6. Медиа-плеер

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение дисциплины «Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекции, практические и лабораторные работы) и самостоятельной работы студентов.

Практические занятия предполагают их проведение в различных формах с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и компетенций с проведением контрольных мероприятий (собеседование, контрольная работа, опрос).

С целью обеспечения успешного обучения студент должен готовиться к лекции, т.к. она является важной формой организации учебного процесса, поскольку:

- знакомит с новым учебным материалом;
- разъясняет учебные элементы, трудные для понимания;
- систематизирует учебный материал;
- ориентирует в учебном процессе.

Подготовка к лекции заключается в следующем:

- внимательно прочитайте материал предыдущей лекции;
- узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора);
- ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;
- запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам:

- внимательно прочитайте материал лекций относящихся к данному занятию, ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- выпишите основные термины;
- ответьте на контрольные вопросы, готовьтесь дать развернутый ответ на каждый из вопросов;
- уясните, какие учебные элементы остались для вас неясными и постарайтесь получить на них ответ заранее (до семинарского занятия) во время текущих консультаций преподавателя;
- готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы, последние являются эффективными формами работы;

Для успешного освоения дисциплины **«Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса»** рекомендуется рационально планировать и организовывать время, отведенное для самостоятельной работы, а также и во время практических, лекционных занятий.

Особенностью рассматриваемого курса является изучение роли теплотехнических устройств на эффективность эксплуатации систем транспортировки нефти и газа, поэтому студенту рекомендуется самостоятельно повторить и изучить вопросы, связанные с основами разработки месторождений, особенностью подготовки нефти и газа к транспорту, требования потребителей углеводородного сырья.

При изучении курса дисциплины рекомендуется пользоваться источниками, изданными не позднее 5 лет, т.к. нефтегазовый комплекс претерпевает существенные изменения, следует обратить внимание на внедряемые новые технологии в области рационального использования тепловой энергии и топлива.

Особое внимание заслуживают электронные разработки, содержащие актуальную информацию о перспективных направлениях совершенствования теплотехнических установок и агрегатов, прорывных технологиях, инновационных разработках.

Перед посещением и участием на практических и лабораторных работах рекомендуется ознакомиться с конспектом лекций, детально изучить рекомендованную литературу, подготовить вопросы для уточнения аспектов изучаемого раздела.

Для подготовки к зачету необходимо систематизировать изученный материал, в зависимости от акцентов и особенностей профильной подготовки.

К вопросам, требующим более глубокого изучения материала студентом при выполнении виртуальных лабораторных работ, необходимо подойти с особым вниманием, детально проработать аспекты проблемы, при необходимости получить консультацию преподавателя.



## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В целях подготовленности аудиторий к проведению занятий по настоящей учебной дисциплине требуются стандартно оборудованные лекционные аудитории (доска, фломастеры, мел для доски) и компьютерные классы.

Аудиторное оборудование, в том числе специализированное компьютерное оборудование и программное обеспечение общего пользования, для аудиторных занятий по настоящей учебной дисциплине требуется в следующем составе:

Номер и наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Корпус Е, ауд. Е 612, Мультимедийная аудитория	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное ElproLargeElectrolProjecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avergence; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)	
Корпус Е, ауд. Е 402, Аудитория для проведения практических занятий	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное ElproLargeElectrolProjecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avergence; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления;	

	подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)	
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	моноблоки HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.	
Компьютерный класс, Ауд. L354 (Лабораторный корпус)	моноблоки HP Pavilion AIO, HP LaserJet 1200. All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit)	Microsoft Office, Autodesk (AutoCad, ReCap, 360), ANSYS, Matlab 2016, Octave 3.6.4, Polyspace (Bug Finder, Code Prover, КонсультантПлюс, Техэкспертидр.)
Лаборатория «Вихревая газодинамика», Ауд. L354 (Лабораторный корпус)	Лабораторная установка для исследования процессов транспортировки, сжатия, расширения и дросселирования газообразных сред (газодинамический стенд). Основное оборудование установки: Лабораторный стенд с трехпоточной вихревой трубой Компрессорная станция винтовая ДЭН-7.5ш Теплообменник пластинчатый Ридан НН №8 Поршневой компрессор К-12 Ресивер вертикальный RV-500 Двухпоточная вихревая труба Dтр = 15 мм Трехпоточная вихревая труба Dтр = 10 мм Сверхзвуковая вихревая труба Dтр = 15 мм Расходомер ЭМИС-ВИХРЬ 200 (3 шт) Ареометр Testo 445 Датчики давления, температуры и влажности Компьютер с программным обеспечением	

\*Специальные помещения – учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Требования к перечню и объему расходных материалов стандартные. В учебном процессе для инвалидов и лиц с ОВЗ при необходимости применяются специализированные технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для обучающихся с различными нарушениями, обеспечивается выпуск альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт), электронных образовательных ресурсов в

формах, адаптированных к ограничениям здоровья обучающихся, наличие необходимого материально-технического оснащения.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса»**

**Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело**

**Профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного  
транспорта»**

**Форма подготовки очная /заочная**

**Владивосток  
2015**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-9 недели	Подготовка к лабораторным занятиям. Изучение конспекта лекций. Подготовка вопросов для собеседования, для защиты материала лабораторной работы.	28 / 40 час.	Проверка лабораторной работы. Проведение собеседования.
2	1-9 недели	Подготовка к практическим занятиям. Изучение конспекта лекций. Изучение нормативной документации.	28 /40 час.	Проверка практических работ. Проведение собеседования.
3	8-9 недели	Подготовка доклада по индивидуальной теме в виде презентации	20 /42 час.	Доклад с презентацией на семинаре, Зачет (тестирование)
<b>ИТОГО</b>			<b>76 / 122 часов</b>	

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов является важным этапом и элементом освоения дисциплины. В рамках СРС основное внимание уделяется изучению литературы, электронных изданий, работы с библиотечными и поисковыми системами.

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой, написания рефератов по теме семинарского занятия, подготовки презентаций и выполнение контрольных работ.

При организации самостоятельной работы преподаватель должен учитывать уровень подготовки каждого студента и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при выполнении самостоятельной работы.

Преподаватель дает каждому студенту задания, некоторые из них могут осуществляться в группе (например, подготовка доклада и презентации по одной теме могут делать несколько студентов с разделением своих обязанностей – один готовит научно-теоретическую часть, а второй проводит анализ практики).

### **Методические указания к выполнению видов самостоятельной работы**

Вид самостоятельной работы студента: Подготовка к собеседованию с изучением рекомендуемой литературы (основной и дополнительной):

Цель: Самостоятельно ознакомиться с рядом разделов дисциплины, овладеть навыками теоретических исследований;

Основные требования: Студент демонстрирует умение самостоятельно проводить анализ и исследование по заданной тематике вопросов; проводить расчеты согласно известным методикам и алгоритмам;

Собеседование проводится при защите лабораторных работ;

Вид самостоятельной работы студента: Подготовка к выполнению практических работ.

Цель: Самостоятельно ознакомиться (усовершенствовать навыки) с методиками расчета различных параметров систем, согласно плана проведения практических работ.

Критерии оценки: Студент демонстрирует свободное владение методиками расчета, аргументированно дает пояснение выбранным алгоритмам и способен проанализировать результат, сделать самостоятельные выводы.

Вид самостоятельной работы студента: Подготовка к написанию теста.

Цель: Самостоятельно ознакомиться с рядом разделов дисциплины, углубить и усовершенствовать знания и умения, овладеть навыками теоретических и прикладных исследований.

Основные требования: Показать навыки использования материалов лекций (конспекта), отчетов лабораторных работ, материалов практических занятий.

Критерии оценки: В тесте продемонстрировано владение вопросами, рассмотренными на лекциях, в лабораторных работах, а также навыками, приобретенными на практических работах

Типовые вопросы тестов представлены в Приложении 2 РПУДа.

Вид самостоятельной работы студента: Подготовка доклада в форме презентации по выбранной тематике.

Презентация должна состоять из 10 – 15 слайдов, последовательно раскрывающих тему доклада. При подготовке презентации приветствуется использование мультимедийных технологий, улучшающих оформление и представление материала.

Доклад – публичное сообщение, представляющее собой развёрнутое изложение определённой темы.

К основным этапам подготовки доклада следует отнести:

1. Определение цели доклада.
2. Подбор необходимого материала, определяющего содержание доклада.
3. Составление плана доклада, распределение собранного материала в необходимой логической последовательности.
4. Общее знакомство с литературой и выделение среди источников главного.
5. Уточнение плана, отбор материала к каждому пункту плана.
6. Заучивание, запоминание текста доклада, подготовки тезисов выступления.
7. Выступление с докладом.
8. Обсуждение доклада.

Вступление должно содержать:

- название доклада;
- сообщение основной идеи;
- современную оценку предмета или проблемы исследования;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- интересную для слушателей форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Оценивание самостоятельной работы происходит в виде семинара, на котором студенты выступают с докладами. Порядок оценивания самостоятельной работы студентов приведен в таблице раздела ФОС..

Список тем доклада (по выбору студента).

1. Назначение, классификация и принципиальные схемы ГТУ
2. Системы смазки газотурбинных установок
3. Системы охлаждения узлов ГТУ
4. Принципиальные схемы газотурбинных установок
5. Термодинамические основы теории приводных ГТУ (циклы ГТУ и их показатели)
6. Методы повышения технико-экономических и технологических показателей ГТУ

7. Газотурбинные установки с регенерацией и утилизацией теплоты уходящих газов
8. Влияние параметров окружающей среды на работу приводных ГТУ
9. Работа ГТУ на переменных режимах, методы регулирования приводных ГТУ
10. Устройство и принцип работы камер сгорания ГТУ.
11. Выбросы вредных веществ из ГТУ и методы их снижения.
12. Типы газоперекачивающих агрегатов с приводными ГТУ
13. Сопоставление характеристик электроприводных нагнетателей и агрегатов с приводом от ГТУ
14. Обеспечение работы газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом с максимальным КПД
15. Подготовка воздуха перед компрессором при эксплуатации газотурбинных установок на газопроводах
16. Экологические вопросы эксплуатации приводных ГТУ
17. Проблемы и перспективы развития газотурбинных установок для привода ГПА
18. Теплообменные аппараты в схеме ГТУ
19. Особенности эксплуатации ГТУ на компрессорных станциях
20. Требования к топливу для ГТУ, характеристики топлива, методы подготовки топлива, оценка процесса сжигания топлива в камерах сгорания ГТУ

В зависимости от выбранной тематики, доклад должен в себя включать: назначение теплотехнического оборудования, основные показатели, описание функционирования агрегатов (принципы действия основных узлов газотурбинного двигателя, теплообменников, систем теплоснабжения), основные задачи, решаемые установками, сравнительный анализ с аналогичными решениями по функциональному назначению, экономическим и экологическим показателям.



Для подготовки доклада/презентации, студент может пользоваться открытыми источниками в Интернет, официальными вебсайтами компаний, использующих современное теплотехническое оборудование, внедряющих новые технологии в области использования тепловой энергии на объектах нефтегазового комплекса. Периодическими изданиями. Наиболее информативные источники приведены в списке литературы данного РПУД.

### **Методические рекомендации по подготовке сообщения**

Регламент устного публичного выступления – не более 8-10 минут.

Работу по подготовке устного выступления можно разделить на два основных этапа: докоммуникативный этап (подготовка выступления) и коммуникативный этап (взаимодействие с аудиторией).

Работа по подготовке устного выступления начинается с четкого формулирования темы, определения целей и задач. Тема выступления не должна быть перегруженной, охват большого количества вопросов приведет к их беглому перечислению, к декларативности вместо глубокого анализа.

Само выступление должно состоять из трех частей – вступления (10-15% общего времени), основной части (60-70%) и заключения (20-25%).

Вступление включает в себя представление автора (ов) (фамилия, имя отчество, учебную группу, при необходимости – ФИО научного руководителя), название доклада, расшифровку подзаголовка с целью точного определения содержания выступления, четкое определение стержневой идеи. Стержневая идея проекта понимается как основной тезис, ключевое положение. Стержневая идея дает возможность задать определенную тональность выступлению. Сформулировать основной тезис означает ответить на вопрос, зачем говорить (цель) и о чем говорить (средства достижения цели).

Результатом вступления должны быть заинтересованность слушателей, внимание и расположенность к презентатору и будущей теме.

К аргументации в пользу стержневой идеи проекта можно привлекать фото-, видеофрагменты, аудиозаписи, фактологический материал. Цифровые данные для облегчения восприятия лучше демонстрировать посредством таблиц и графиков, а не злоупотреблять их зачитыванием. Лучше всего, когда в устном выступлении количество цифрового материала ограничено, на него лучше ссылаться, а не приводить полностью, так как обилие цифр скорее утомляет слушателей, нежели вызывает интерес.

План развития основной части должен быть ясным. Должно быть отобрано оптимальное количество фактов и необходимых примеров.

Если использование специальных терминов и слов, которые часть аудитории может не понять, необходимо, то постарайтесь дать краткую характеристику каждому из них, когда употребляете их в процессе презентации впервые.

В заключении необходимо сформулировать выводы, которые следуют из основной идеи (идей) выступления. Правильно построенное заключение способствует хорошему впечатлению от выступления в целом.

При подготовке к выступлению необходимо выбрать способ выступления: устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды) или чтение подготовленного текста. Отметим, однако, что чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

### **Методические рекомендации для подготовки презентаций**

Общие требования к презентации:

- презентация не должна быть меньше 10 слайдов;
- первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название проекта; фамилия, имя, отчество автора;
- следующим слайдом должно быть содержание, где представлены основные этапы (моменты) презентации; желательно, чтобы из содержания по гиперссылке можно перейти на необходимую страницу и вернуться вновь на содержание;
- дизайн-эргономические требования: сочетаемость цветов, ограниченное количество объектов на слайде, цвет текста;
- последними слайдами презентации должны быть глоссарий и список литературы.

### Критерии оценки (доклада, сообщения, выполненных в форме презентаций)

100-86 баллов	Выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.
85-76 баллов	Работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.
75-61 баллов	Студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы

### Критерии оценки презентации доклада

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительн о)	61-75 баллов (удовлетворительн о)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта полностью. Выводы сделаны и/или выводы обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представлен	Представляемая	Представляемая	Представляемая	Представляемая

ие	информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	информация не систематизирована и/или не последовательна, использовано 1-2 профессиональных термина	информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

### **Методические указания по составлению конспекта**

Конспектом называется краткая схематическая запись основного содержания изучаемой работы, прослушанной лекции. В конспекте выделяется самое основное, существенное.

Основные требования к конспекту - краткость, четкость формулировок, обобщение важнейших теоретических положений.

Составление конспекта требует вдумчивости, достаточно больших затрат времени и усилий. Затраченное время и усилия окупаются тем, что конспект позволяет глубоко понять и прочно усвоить изучаемый материал, выработать навыки правильного изложения важнейший теоретический и практический вопросов в письменной форме, умение четко формулировать вопросы и ясно излагать своими словами.

Конспект бывает текстуальным и тематическим. Текстуальный конспект посвящен определенному произведению. В нем сохраняется логика и структура изучаемого текста, запись ведется в соответствии с расположением материала в изучаемой работе.

Тематический конспект посвящен конкретной теме и, следовательно, нескольким произведениям. В тематическом конспекте за основу берется не план работы, а содержание изучаемой темы, проблемы.

Технология работы: Конспект составляется в два этапа:

- На первом этапе нужно прочитать текст и сделать отметки в тетради или на полях, если это ваша работа. Так происходит выделение наиболее важных мыслей, содержащихся в работе.
- На втором этапе нужно, опираясь на сделанные пометки, кратко своими словами записать содержание прочитанного.
- При составлении конспекта желательно использование логических схем, делающих наглядным ход мысли конспектируемого автора.

Наиболее важные положения изучаемой работы (определения, выводы) желательно записать в форме точных цитат (цитаты заключаются в кавычки, указываются страницы источника). Конспект может включать тезисы (сжатое изложение основной мысли и положений прочитанного материала, имеющий утвердительный недискуссионный характер), краткие записи положений и выводов, доказательств, фактического материала, выписки, дословные цитаты, примеры, цифровой материал, таблицы, схемы, взятые из конспектируемого источника. Наиболее значимые места в конспекте можно выделять подчеркиванием, маркерами, замечаниями на полях.

### **Критерии оценки конспекта**

Конспект засчитывается студенту при соответствии более 50% приведенных ниже критериев.

Конспект не засчитывается студенту при соответствии менее 50% приведенных ниже критериев:

- объем и содержательность конспекта, соответствие плану;
- наличие основных схем процессов промышленной подготовки нефти и газа;
- наличие расчетных алгоритмов с описанием формул и их составляющих;
- отражение основных положений, результатов работы автора, выводов;
- графическое выделение особо значимой информации;
- сдача конспекта в срок.

### **Критерии оценки самостоятельной работы студентов:**

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных умений;

- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Оценки "зачтено" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценка "не зачтено" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. Оценка "неудовлетворительно" ставится студенту, который не может продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса»**  
**Направление подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»**  
**Профиль «Сооружение и ремонт объектов систем трубопроводного**  
**транспорта»**  
**Форма подготовки очная/заочная**

**Владивосток**  
**2015**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p><b>ПК-9</b> Способность осуществлять оперативный контроль за техническим состоянием технологического оборудования, используемого при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья</p>	Знает	Принципы работы и особенности контроля за техническим состоянием технологического оборудования, используемого при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья
	Умеет	Осуществлять контроль за техническим состоянием технологического оборудования при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья
	Владеет	Алгоритмом принятия решений оперативного контроля за техническим состоянием технологического оборудования, как важнейшего составляющего повышения эффективности и надежности деятельности предприятий нефтегазовой отрасли
<p><b>ПК-11</b> Способность оформлять технологическую и техническую документацию по эксплуатации нефтегазопромыслового оборудования</p>	Знает	Методы по системному представлению о конструкции, принципах работы и особенностях эксплуатации основного и вспомогательного оборудования газонефтепроводов
	Умеет	Анализировать и обобщать опыт разработки новых технологических процессов и технологического оборудования в нефтегазовой отрасли
	Владеет	Новыми методами технологических процессов транспорта нефти и газа, способностями фиксировать и анализировать результаты этих процессов
<p><b>ПК-26</b> Способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и</p>	Знает	Основные закономерности физических, химических и технологических процессов на объектах нефтегазового комплекса
	Умеет	Выбирать соответствующие методы



технологических процессов		моделирования физических, химических и технологических процессов
	Владеет	Навыками моделирования физических, химических и технологических процессов

### Коды и этапы формирования компетенций

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Темы 1 - 9	ПК-9	Знает	ПР-6 (лабораторная работа) УО-1 (собеседование),	Собеседование (УО-1). Вопросы к зачету №№ 1 - 10
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-11	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
3	Темы 1-9	ПК-26	Знает	ПР-6 (лабораторная работа) УО-1 (собеседование)	Собеседование (УО-1). Вопросы к зачету №№ 11-20
			Умеет		
			Владеет		

**Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-9 Способность осуществлять оперативный контроль за техническим состоянием технологического оборудования, используемого при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	знает (пороговый уровень)	Основные показатели оперативного контроля за техническим состоянием теплотехнического оборудования	Знания методов оперативного контроля за техническим состоянием теплотехнического оборудования	Способность перечислить теплотехнические показатели основного и вспомогательного оборудования на объектах нефтегазового комплекса. Представить факторы, влияющие на теплотехнические показатели основного и вспомогательного оборудования на объектах нефтегазового комплекса.
	умеет (продвинутый)	Анализировать и оценивать изменение показателей теплотехнического оборудования при оперативном контроле его состояния	Умение разрабатывать простейшие методики для обеспечения оперативного контроля теплотехнического оборудования)	Способность оценивать теплоэнергетические и технологические связи при эксплуатации основного и вспомогательного оборудования на объектах нефтегазового комплекса
	владеет (высокий)	Навыками оперативного контроля и управления режимами работы теплотехнического оборудования	Владение базовым инструментарием для выполнения оперативного контроля и управления режимами работы теплотехнического оборудования	Способность работать в качестве оператора на теплотехнических установках и давать качественную оценку его текущего состояния исходя из технологических требований объекта нефтегазового комплекса
ПК-11 способность оформлять	знает (пороговый)	Характеристик и показатели теплотехнического	Знание нормативных значений	Способность устанавливать уровень отклонения

технологическую и техническую документацию по эксплуатации нефтегазопромыслового оборудования	уровень)	ого оборудования	основных показателей теплотехнического оборудования	теплотехнических характеристик от нормативных значений
	умеет (продвинутый)	Оценивать условия эксплуатации теплотехнического оборудования	Умение определять параметры, влияющие на режим работы теплотехнических установок и агрегатов	Способность определять характеристики тепловых процессов, необходимые для оформления документации
	владеет (высокий)	Навыками, необходимыми для определения технологических особенностей работы теплотехнического оборудования	Владение инструментарием (приборами, регистраторами, компьютерными программами) для определения требуемых показателей теплотехнического оборудования	Способность унифицировать данные информационных систем, обслуживающих теплотехнические установки и агрегаты
ПК-26 способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	знает (пороговый уровень)	Математические модели, описывающие процессы в теплотехническом оборудовании	Области применения математических моделей типовых установок и агрегатов, использующих тепловую энергию для технологических целей	Способность перечислить основные типовые принципы создания математических моделей, описывающих процессы в теплотехническом оборудовании.
	умеет (продвинутый)	Создавать простейшие математические модели описывающие процессы в теплотехническом оборудовании	Умение оптимизировать математические модели, описывающие процессы в теплотехническом оборудовании	Способность оценивать методы математического моделирования, используемые для описания процессов в теплотехнических установках, системах и агрегатах
	владеет (высокий)	Навыками обеспечивающим применение компьютерного моделирования для разработки моделей,	Владение базовыми инструментарием в объеме среды компьютерного моделирования	Способность работы в средах компьютерного моделирования позволяющих применять математические модели, описывающие

		описывающих процессы в теплотехническом оборудовании	теплотехнических процессов.	процессы в теплотехническом оборудовании
--	--	--	-----------------------------	--

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине **«Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса»** проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине **«Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса»** проводится в форме контрольных мероприятий (защита лабораторной работы, выполнение практической работы, тестирование, доклад по выбранной студентом теме) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

в случае участия дисциплины **«Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса»** в рейтинге, текущая аттестация проводится в форме следующих контрольных мероприятий:

Наименование контрольного мероприятия	Форма контроля	Объекты оценивания
Посещение всех видов занятий	контроль посещаемости	посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине, активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий
Конспект	конспект лекций	результаты самостоятельной работы
Презентация	подготовка и защита презентаций	
Тестирование	Проверка результатов тестирования	степень усвоения теоретических знаний и практических навыков; результаты самостоятельной работы

## Критерии оценки презентации доклада

Оценка	50–60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие темы	Тема не раскрыта. Отсутствуют выводы.	Тема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или не обоснованы.	Тема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Тема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы.
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации

Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений
-------------------	------------------------	---------------------------------------	--	--

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Согласно учебного плана – зачет. Форма проведения – устная (устный опрос в форме собеседования) или рейтинговая оценка. Для получения допуска к зачету, студенту необходимо успешно выполнить все практические работы, выполнить и защитить все лабораторные задания, предусмотренные программой.

**Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине «Теплотехника на объектах нефтегазового комплекса»:**

Критерии оценки (устный ответ)

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета	Требования к сформированным компетенциям
60 - 100	«зачтено»	Ответ показывает прочные знания основных видов теплотехнического оборудования, применяемого на объектах нефтегазовой отрасли; отличается глубиной и полнотой раскрытия принципов действия и конструкции устройств теплотехнического профиля, применяемых в отрасли; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность тепловых процессов; делать выводы и обобщения; давать аргументированные ответы; приводить примеры конкретных тепловых установок и аппаратов с использованием условных обозначений; знания актуальной отраслевой нормативной документации в области разработки и эксплуатации теплотехнического оборудования.
менее 59	«не зачтено»	Ответ, обнаруживающий незнание современных видов теплотехнического

		<p>оборудования, применяемого на объектах нефтегазовой отрасли; отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнание или поверхностное знание основных вопросов теории тепловых процессов; несформированными навыками чтения и объяснения технологических и конструкторских схем, поясняющих структуру и принципы действия теплотехнических установок и аппаратов; неумением давать аргументированные ответы; отсутствием логичности и последовательности.</p>
--	--	---

**Оценочные средства для промежуточной аттестации**  
**Вопросы к зачету**

1. Методы определения основных термодинамических и теплофизических параметров.
2. Необратимые процессы в теплотехнических устройствах, основные виды потерь энергии.
3. Использование уравнений материального, теплового баланса и теплопередачи для теплотехнических расчетов.
4. Применение уравнений гидро и газодинамики в теплотехнических расчетах.
5. Анализ циклов газотурбинной установки в термодинамических диаграммах.
6. Определение параметров рабочего тела в характерных точках термодинамических процессов ГТУ.
7. Методы расчета затрат теплоты и работы в циклических процессах тепловых двигателей.
8. Влияние характеристик рабочего процесса и параметров рабочего тела на основные показатели газотурбинного двигателя.
9. Процессы преобразования потенциальной энергии газов из газогенератора в механическую энергию вращения ротора турбины.

10. Основные характеристики газовой турбины и оценка влияния режима работы турбины на вырабатываемую мощность и КПД установки.
11. Термодинамические процессы сжатия газов в осевых компрессорах.
12. Основные характеристики осевого компрессора и оценка влияния режима работы компрессора на потребляемую мощность и КПД.
13. Свойств газообразного топлива и методы расчета его основных показателей при сжигании в камере сгорания.
14. Основные характеристики камеры сгорания и оценка влияния режима работы камеры сгорания на расход топлива.
15. Использование типовых схем ГТУ с рекуперативным теплообменным аппаратом.
16. Основные показатели теплообменного аппарата.
17. Принципы оптимизации при выборе режима работы теплообменника.
18. Основы гидравлического расчета теплообменника-регенератора.
19. Анализ теплового баланса и цикла когенерационной установки.
20. Характеристики когенерационных установок в системах собственных нужд НПС и КС.

### **Критерии оценки конспекта**

Конспект засчитывается студенту при соответствии более 50% приведенных ниже критериев.

Конспект не засчитывается студенту при соответствии менее 50% приведенных ниже критериев:

- объем и содержательность конспекта, соответствие плану;
- наличие основных схем процессов промышленной подготовки нефти и газа;
- наличие расчетных алгоритмов с описанием формул и их составляющих;
- отражение основных положений, результатов работы автора, выводов;
- графическое выделение особо значимой информации;
- сдача конспекта в срок.



## Оценочные средства для промежуточной аттестации

Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам дисциплины 1-20
УО-3	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
ПР-2	Контрольная работа (тестирование)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам, тестов
ПР-7	Конспект	Продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи заслушанной лекции, сообщения и т.д.	Разделы 1-7 дисциплины

## Оценочные средства для текущей аттестации

### Перечень тематик для собеседования

1. Основные виды теплотехнического оборудования на объектах нефтегазового комплекса
2. Назначение, классификация и принципиальные схемы ГТУ
3. Рабочий процесс и характеристики приводных ГТУ
4. Технические требования к ГТУ для привода нагнетателей
5. Системы охлаждения узлов ГТУ
6. Принципиальные схемы газотурбинных установок
7. Термодинамические основы теории приводных ГТУ (циклы ГТУ и их показатели)
8. Методы повышения технико-экономических и технологических показателей ГТУ
9. Газотурбинные установки с регенерацией и утилизацией теплоты уходящих газов
10. Влияние параметров окружающей среды на работу приводных ГТУ
11. Устройство и принцип работы камер сгорания Н У. Материальный и тепловой баланс камеры сгорания ГТУ.
12. Выбросы вредных веществ из ГТУ и методы их снижения.
15. Обеспечение работы газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом с максимальным КПД

16. Подготовка воздуха перед компрессором при эксплуатации газотурбинных установок на газопроводах
17. Экологические вопросы эксплуатации приводных ГТУ
18. Система подготовки пускового, топливного и импульсного газа на компрессорных станция
19. Теплообменные аппараты в схеме ГТУ
20. Поверочный расчет теплообменного аппарата
21. Конструкция газовых турбин для привода ГТУ и их показатели
22. Конструкция камер сгорания ГТУ и их показатели
23. Конструкция осевых компрессоров приводных ГТУ и их характеристики
24. Требования к топливу для ГТУ, характеристики топлива, методы подготовки топлива

При использовании преподавателем рейтинговой системы для оценки знаний обучающегося проводится тестирование в течение учебного семестра. Предлагается использовать три формы тестов в соответствии с объемом пройденного материала.

### **Контрольные вопросы теста**

#### **Контрольные вопросы блок №1**

1. Назовите основные модификации ГТУ по их назначению.
2. В каких областях техники используют ГТУ как приводные агрегаты
3. Почему на КС применяются авиационные ГТ двигатели
4. Какие модификации ГТУ наиболее распространены на компрессорных станциях газопроводов
5. Назовите три основных узла ГТУ
6. Для чего необходима силовая турбина (СТ) в схеме ГТУ
7. В чем преимущества схемы ГТУ с СТ
8. Чем осуществляется подогрев воздуха в регенеративном подогревателе в схеме ГТУ
9. В чем преимущество схемы ГТУ с РП воздуха
10. Какой тип компрессора применяется в схеме ГТУ
11. Какое давление воздуха создает компрессор перед КС ГТУ
12. Какую температуру имеет воздух за компрессором ГТУ и от чего она зависит
13. Какую температуру имеют газы, уходящие из турбины ГТУ
14. Какими методами понижают температуру уходящих газов за ГТУ и с какой целью
15. Почему в КС ГТУ температура превышает 2000 С, а в турбине обычно менее 1200 С
16. Какие виды топлива используются при работе ГТУ
17. Какая часть мощности турбины расходуется на привод компрессора ГТУ
18. Почему число оборотов ГТУ обычно не превышает 6000 – 8000
19. Какую максимальную мощность имеют ГТУ на КС газопроводов

20. Почему на компрессорных станциях газопроводов стремятся применять для привода нагнетателей более мощные ГТУ

### **Контрольные вопросы блок № 2**

1. Из какого количества термодинамических процессов состоит цикл ГТУ
2. Как называется термодинамический процесс, происходящий в камере сгорания ГТУ.
3. Как называется термодинамический процесс, происходящий в осевом компрессоре (ОК) ГТУ.
4. Как называется термодинамический процесс, происходящий в Т ГТУ.
5. Почему цикл ГТУ является условно замкнутым
6. Чем отличаются обратимые процессы от необратимых
7. В каких узлах ГТУ происходят необратимые процессы
8. Какой параметр возрастает в необратимых процессах
9. Где необратимые потери энергии больше – в ОК, КС и воздуховодах или в теплообменниках ГТУ
10. Как рассчитать полезную работу в цикле ГТУ
11. Как найти КПД любого теплового двигателя
12. Для чего необходимо знать термический КПД теплового двигателя
13. Через какие показатели можно рассчитать термический КПД ГТУ
14. Какие температуры влияют на КПД ГТУ
15. Почему реальный КПД ГТУ существенно меньше термического
16. Как можно доказать, что ГТУ экономичнее ДВС
17. Почему нельзя создать тепловой двигатель с КПД = 1
18. Какие два вида КС могут использоваться в ГТУ
19. Что нужно повысить для увеличения КПД ГТУ
20. В каком процессе ГТУ имеет место самая большая потеря энергии

### **Контрольные вопросы блок №3**

1. Какими методами можно повысить КПД ГТУ
2. Какие элементы в схеме ГТУ позволяют повысить КПД
3. За счет чего повышает КПД ГТУ регенеративный теплообменник (РТ)
4. За счет чего повышает КПД ГТУ КУ
5. Чем ограничен способ повышения температуры подвода теплоты в цикле ГТУ
6. Чем ограничен способ повышения давления воздуха за осевым компрессором ГТУ
7. Как сбалансирована мощность турбины и компрессора в цикле ГТУ
8. Что такое степень регенерации теплоты в цикле ГТУ
9. Почему степень регенерации теплоты в цикле ГТУ меньше 1
10. Почему в ГТУ редко применяют способ промежуточного охлаждения воздуха в ОК
11. В чем особенность использования парогазового цикла для повышения показателей ГТУ
12. Какой термодинамический показатель работы ГТУ является основным

13. Что характеризует коэффициент полезной работы ГТУ
14. Что характеризует эффективный КПД ГТУ
15. Что характеризует удельный расход топлива на ГТУ
16. На какой показатель ГТУ влияет теплота сгорания топлива
17. Куда расходуется мощность, получаемая на валу турбины ГТУ
18. Зачем нужно контролировать значение температур на входе в турбину и на выходе из ГТУ
19. Что оценивают удельная масса и удельный объем ГТУ
20. Почему число оборотов является важным показателем работы ГТУ

#### **Контрольные вопросы блок № 4**

1. В каком узле газовой турбины (ГТ) достигается максимальная скорость потока газа
2. Чем отличаются реактивная и активная ступени ГТ
3. На какие два узла разделена ступень ГТ
4. Какие виды роторов применяются в конструкции ГТУ
5. На каком элементе ротора ГТ крепятся рабочие лопатки
6. На какие два вида делятся подшипники ГТ
7. Зачем нужны упорные подшипники в ГТ
8. Почему ГТ состоит из нескольких ступеней
9. Как крепятся лопатки ГТ к диску
10. Почему необходима балансировка ротора ГТ
11. Для чего необходимы уплотнения в конструкции ГТ
12. Какие виды неуравновешенности бывают у роторов ГТ
13. Почему в ГТ используются подшипники скольжения
14. Почему вкладыши подшипников скольжения покрывают слоем баббита
15. На основе какого легкоплавкого металла изготавливают баббит
16. Как работает «масляный клин» в опорном подшипнике ГТ
17. Какая часть ступени ГТ крепится к корпусу
18. Какую часть корпуса турбины делают из жаропрочной стали
19. Какие узлы ГТ нуждаются в постоянном охлаждении
20. Зачем необходима тепловая изоляция корпуса ГТ

#### **Контрольные вопросы блок № 5**

1. От каких параметров зависит окружная скорость потока газа в лопастном канале
2. От каких углов зависит вид профиля рабочей лопасти газовой турбины (ГТ)
3. Почему возникает потеря энергии на выходе из ГТ (или между ступенями)
4. Что характеризуют коэффициенты скорости сопла и рабочей лопасти ГТ
5. От каких характеристик зависит число сопел и рабочих лопастей в ГТ
6. Как можно увеличить абсолютную скорость движения газа в ГТ
7. За счет чего возникают потери в лопастях и соплах ГТ

8. В каком элементе турбины возникают объемные потери (протечки)
9. Почему длина сопел и лопастей ГТ возрастает по ходу газа в проточной части
10. Имеется ли предел скорости движения газа в ГТ, чему он равен
11. Объясните, чему эквивалентен перепад энтальпии газа на ступени ГТ
12. Где в ГТ возникают потери на дросселирование
13. Где в ГТ возникают потери на газовое трение
14. Почему теоретическая скорость газа в сопле больше действительной
15. Назовите основные геометрические размеры ступени ГТ
16. Какие параметры необходимо знать, чтобы рассчитать мощность ступени ГТ.
17. Почему мощность ГТ зависит от числа ее ступеней
18. Какие потери учитываются при расчете эффективной мощности ГТ
19. Какой параметр возрастает из-за необратимых потерь в ступени ГТ
20. Какая энергия превращается в ГТ в механическую энергию вращения вала

### **Контрольные вопросы блок № 6**

1. Почему воздух в камере сгорания (КС) ГТУ разделяется на два потока
2. Как рассчитывается коэффициент избытка воздуха в КС и чему он примерно равен
3. Какой параметр характеризует компактность КС
4. Что нужно знать для определения тепловой мощности КС
5. Какие тепловые потери характерны для КС
6. Какие два КПД характеризуют работу КС
1. Как найти общий КПД камеры сгорания
7. Какие узлы КС способствуют эффективному сгоранию топлива
8. В чем отличие горелки от форсунок
9. Зачем нужна пламенная труба в конструкции КС
10. Как обеспечивается защита корпуса КС от высокой температуры горения топлива.
11. Зачем нужны завихрители в конструкции КС
12. Зачем и чем изолируют корпус КС
13. На какие показатели работы КС влияют аэродинамические потери в КС
14. Как называется газ, подаваемый в КС ГТУ
15. Как ограничивается температура горения топлива в КС .
16. Как можно найти теплоту горения топлива
17. Какие продукты получаются при сжигании природного газа в КС ГТУ
18. Почему надо повышать объемную теплонапряженность КС
19. Как влияет рабочее давление в КС на объемную теплонапряженность
20. Какие типы КС применяются на приводных ГТУ КС

### **Контрольные вопросы блок № 7**

1. Какие тепловые потери характерны для камеры сгорания (КС) ГТУ
2. Какие два КПД характеризуют работу КС
3. Как найти общий КПД камеры сгорания

4. Почему ПГ является наиболее выгодным топливом для ГТУ
5. От чего зависит расход топливного газа на ГТУ
6. Какое минимальное давление должен иметь топливный газ, подаваемый в камеру сгорания ГТУ
7. Чем отличаются КС на жидком топливе от КС на газе
8. Как обеспечить максимальную эффективность работы горелок в КС
9. Как обеспечить максимальную эффективность работы форсунок в КС
10. Как определяется теоретический коэффициент избытка воздуха в КС
11. На какие зоны делится КС
12. В какой зоне КС наблюдается наиболее высокая температура
13. В какой зоне КС наибольшее значение имеет коэффициент избытка воздуха
14. Как обеспечивается снижение скорости воздуха в зоне горения КС для стабилизации процесса
15. Как обеспечивается турбулизация воздуха в КС и для чего
16. Какие экологически вредные вещества образуются в КС ГТУ
17. Какие экологические проблемы возникают при эксплуатации ГТУ
18. Какие параметры работы камеры сгорания ГТУ надо изменять для уменьшения выбросов окислов азота с уходящими газами
19. Как регламентированы вредные выбросы из ГТУ
20. Почему сжигать газообразное топливо в ГТУ менее экологически опасно, чем жидкое

### **Контрольные вопросы блок № 8**

1. Для чего необходимы теплообменные аппараты (ТА) в схеме ГТУ
2. К какому классу относятся поверхностные ТА, применяемые на ГТУ
3. Назовите основные виды ТА, применяемых на ГТУ
4. В каких агрегатных системах ГТУ устанавливают ТА
5. Как называют среды, проходящие через ТА
6. На какой параметр ГТУ влияет работа регенеративного теплообменника (РТ) ГТУ
7. Куда направляют воздух из РТ
8. Куда направляют газы из РТ
9. Почему воздух направляют по трубкам РТ, а газа через корпус РТ
10. Зачем на ГТУ устанавливают промежуточные охладители воздуха
11. Где устанавливают котлы-утилизаторы в схеме ГТУ
12. На основе каких характеристик подбирают ТА
13. Какие параметры влияют на тепловую производительность ТА
14. Какие два основных уравнения используются для расчета ТА
15. От каких параметров зависит средний температурный напор в ТА
16. Какой коэффициент является эмпирическим в уравнении теплопередачи ТА
17. Какими способами интенсифицируют теплопередачу в ТА
18. Почему важно знать гидравлическое сопротивление ТА

19. Почему на ГТУ применяют многоходовые ТА со сложным движением газа и воздуха
20. Какие данные приводятся в техническом паспорте ТА

### **Контрольные вопросы блок № 9.**

1. Почему в структуре ГТУ в основном применяются осевые компрессоры (ОК) а не центробежные компрессоры
2. Какими способами можно увеличить степень повышения давления в ОК
3. Через какие показатели ОК можно найти температуру воздуха за ОК
4. Чем ограничено число оборотов ОК
5. От чего зависит количество ступеней в ОК
6. Почему количество ступеней в ОК составляет 10 -30 ед.
7. Для чего отвод в ОК выполняют в виде диффузора
8. Для чего необходимо знать степень реактивности ступени ОК
9. Как регулируется подача воздуха в ОК
10. Как конструктивно предотвращается помпаж в ОК
11. Почему комплексная характеристика ОК одновременно является универсальной
12. Почему на ОК применяют подшипники скольжения
13. Из каких элементов состоит ступень ОК
14. Что изображается на комплексной характеристике ОК
15. Как определить давление за компрессором по безразмерной приведенной характеристике
16. Что нужно изменить в работе компрессора при попадании в режим помпажа
17. От чего зависит количество рабочих лопастей в ступени ОК
18. Почему высота лопастей уменьшается по ходу воздуха в ОК
19. Как можно определить теоретическую мощность осевого компрессора
20. Как можно определить реальную мощность осевого компрессора
21. Зачем необходимо осуществлять подогрев воздуха перед ОК ГТУ и при каких условиях
22. Какие схемы применяются для подогрева воздуха перед ОК ГТУ
23. Почему подогрев воздуха перед ОК ГТУ на 5 – 10 градусов не производится постоянно