

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты

**Код модуля**  
1156588(0)

**Модуль**  
Специальный "Газотурбинные установки  
газокомпрессорных станций"

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Артемова Татьяна Георгиевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	турбин и двигателей
2	Недошивина Татьяна Анатольевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей
3	Скороходов Александр Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	турбин и двигателей

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

- Скорыходов Александр Владимирович, Старший преподаватель, турбин и двигателей

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа	1
		Расчетно-графическая работа	1

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-11 -Способен выбирать варианты изменения параметров технологических процессов с целью поддержания оптимальных режимов работы ГТУ, ГПА и вспомогательного оборудования ГКС	З-1 - Описать типовые конструкции оборудования турбоустановок П-1 - Иметь навыки понимания различных тепловых и технологических схем энергоустановок П-2 - Анализировать режимы работы основного и вспомогательного оборудования газокompрессорных станций	Домашняя работа Зачет Лекции
ПК-13 -Способен производить наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию	П-2 - Иметь первоначальный опыт проведения испытаний и/или исследования по заданному алгоритму	Зачет Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия

турбоустановок и систем автоматизации ГКС		Расчетно-графическая работа
---	--	-----------------------------

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	7,8	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.2</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>расчетно-графическая работа</i>	7,17	50
<i>Выполнение заданий на практических занятиях</i>	7,17	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <b>нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.2</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ и отчетов по ним</i>	7,17	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –</b>		

Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

**Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## **5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

### **5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

#### **5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### **5.1.2. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Схемы ГТУ, основные конструктивные особенности ГТУ различных производителей. Изменение параметров ГТУ различных схем на переменном режиме. Приведенные расход и мощность ГТУ при изменении параметров атмосферного воздуха. Диаграмма ограничения мощности ГТУ.

2. Конструкции ЦНПГ. Переменный режим ЦНПГ и виды характеристик. Работа с характеристиками. Выбор ЦНПГ для конкретных условий работы КС. Определение потребляемой мощности и КПД ЦН.

3. Основные блоки и системы ГТ ГПА.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Переменные режимы ГТУ (определение характеристик ГТУ, приведение результатов к нормальным условиям).

2. Переменные режимы центробежных компрессоров (определение рабочей точки, нанесение на характеристику, приведение нормальным условиям).

3. Определение эффективности регенератора, влияние на характеристики ГТУ.

4. Определение основных геометрических характеристик рабочего колеса центробежного компрессора.

5. Профилирование рабочей лопатки рабочего колеса центробежного компрессора и оценка его напряженного состояния.

6. Оценка основных геометрических характеристик выходного устройства центробежного компрессора.

LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

#### 5.2.1. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Состав и конструктивные особенности ГТУ (конкретные схемы).

2. Состав и конструктивные особенности ЦНПГ (конкретные схемы).

Примерные задания

Домашняя работа №1 – конструкции ГТУ.

Дан рисунок или чертеж или фото продольного разреза ГТУ. Ответить на вопросы:

Контрольные вопросы по ГТУ

I. Осевой компрессор:

1. Сколько каскадов.

2. Характеристики роторов (отметить правильные):

а) барабанный;

б) цельнокованный;

в) дисковый;

г) комбинированный;

д) консольный;

е) двухпорный;

ж) стяжка центральная;

- з) стяжка периферийная;
  - и) на подшипниках качения;
  - к) на подшипниках скольжения.
3. Характеристика проточной части:
- а) сколько рядов ПНА;
  - б) количество ступеней.
- II. Камера сгорания:
- а) встроенная,
  - б) выносная.
- III. Турбины
1. Сколько турбин
  2. Характеристики роторов
    - а) барабанный;
    - б) цельнокованный;
    - в) дисковый;
    - г) комбинированный;
    - д) консольный;
    - е) двухопорный;
    - ж) стяжка центральная;
    - з) стяжка периферийная;
    - и) на подшипниках качения;
    - к) на подшипниках скольжения.

Домашняя работа №2– конструкции ЦБН.

Дан рисунок или чертеж или фото продольного разреза ЦБН. Ответить на вопросы:  
Контрольные вопросы по ЦБН ПГ.

I. На предлагаемой схеме проставить деталировку, согласно следующего списка:

1. Корпус.
2. Крышка.
3. Ротор.
4. РК (Рабочее колесо).
5. Диффузор.
6. Лопатка.
7. ОНА (Обратный направляющий аппарат).
8. Основной диск.
9. Покрывающий диск.
10. Опорные подшипники.
11. Упорный подшипник.
12. Упорный гребень ротора.
13. Думмис (разгрузочный диск).
14. Камера входа газа.
15. Сборная камера.
16. Конец вала, присоединяемый к силовой турбине.
17. Уплотнения от протечек масла.
18. Уплотнения от протечек газа.
19. Торцевое уплотнение.



20. Гидравлический затвор.

21. Аккумулятор масла.

II. Ответить на предлагаемые вопросы:

а) Количество ступеней сжатия.

б) Тип ротора с точки зрения радиальных опор.

в) Тип диффузора.

г) Каким способом осуществляется окончательное запираение протечки газа?

д) Как передается крутящий момент с вала на РК?

III. Поставить или обвести: –

D2 - выходной диаметр РК,

b4 - ширина диффузора,

Dш - диаметр опорной шейки вала.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.2. Расчетно-графическая работа**

Примерный перечень тем

1. Расчет ГТУ на переменный режим.

Примерные задания

Даны исходные данные:  $T_g$ ,  $t_v$ , коэффициенты.

Условия расчета:

Двухвальная ГТУ  $N_e = 16$  МВт в двух типах исполнения: 1) без регенерации; 2) с регенерацией.

Цель задания:

1) рассчитать параметры ГТУ как с регенерацией, так и без регенерации на номинальном режиме. Сделать выводы.

2) для схемы без регенерации рассчитать параметры ГТУ на переменном режиме.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Схемы приводных ГТУ.

2. Стоимость жизненного цикла.

3. Изменение расхода через турбину в зависимости от начальных и конечных параметров.

4. Изменение теплоперепадов в различных ступенях и отсеках турбины на переменном режиме.

5. Уравнения балансов расходов, степеней сжатия и расширения, мощностей отсеков турбин, компрессоров и нагрузки по валам.

6. Приведенные расход и мощность ГТУ при изменении параметров атмосферного воздуха.

7. Располагаемая мощность привода.

8. Коэффициенты расхода, коэффициент теоретического напора и коэффициент удельной быстроходности ступени ЦН.
  9. Определяющие параметры рабочих колес ступени ЦН.
  10. Влияние углов  $\alpha$  и  $\beta$  на напор и характеристику ступени ЦН.
  11. Технологические типы рабочих колес ЦН.
  12. Безлопаточные и лопаточные диффузоры ступени ЦН.
  13. Корпуса ЦНПГ. Соединение крышки и корпуса ЦН.
  14. Осевые усилия на роторы ЦН. Виды разгрузок.
  15. Электромагнитный подвес роторов.
  16. Сухие уплотнения ГПА.
  17. Системы маслоснабжения приводных ГТУ и ЦН.
  18. Системы воздухоподготовки ГТУ и ГТД.
  19. Предотвращение обледенения входного тракта осевого компрессора.
  20. Защита от шума газотурбинных ГПА.
  21. Некоторые типичные неисправности систем газотурбинных ГПА.
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-9	3-1	Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия