

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Техническая диагностика турбоустановок

**Код модуля**  
1161185(1)

**Модуль**  
Вибрационная надежность и диагностика  
энергоустановок

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Блинов Виталий Леонидович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей
2	Недошивина Татьяна Анатольевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

Авторы:

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Техническая диагностика турбоустановок**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Научный доклад/доклад	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Техническая диагностика турбоустановок**

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
ОПК-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений П-2 - Оформить научно-технический отчет, публикацию научных результатов, документы защиты интеллектуальной собственности в соответствии с нормативными требованиями У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к	Зачет Лекции Научный доклад/доклад Практические/семинарские занятия

	профессиональной деятельности	
ОПК-6 -Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективност и производственного цикла и продукта	<p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p> <p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p>	<p>Зачет</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>
ПК-5 -Способность проводить оценку технического состояния оборудования с использованием методов диагностики турбомашин, и принимать обоснованные решения по восстановлению состояния узлов и деталей в процессе ремонта паротурбинных и газотурбинных	<p>Д-1 - Демонстрировать умение принимать решения, внимательность к мелочам, аналитические способности</p> <p>З-1 - Перечислить основные понятия теории колебаний и виброметрии, динамики энергоустановок и технической диагностики</p> <p>З-4 - Сформулировать принципы построения систем технической диагностики, алгоритмы принятия решений</p> <p>З-5 - Сделать обзор методов определения технического состояния оборудования и применяемых критериев</p>	<p>Зачет</p> <p>Лекции</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

<p>установок и двигателей</p>	<p>П-1 - Выполнять аналитические расчеты, проводить статистическую обработку и графический анализ данных по параметрам работы турбомашин  П-3 - Иметь первичный опыт дефектации изделий и обоснованного принятия решений о целесообразности проведения восстановительного ремонта деталей и узлов турбомашин  П-4 - Осуществлять выбор оборудования контроля параметров работы турбоустановок при создании систем технической диагностики, исследованиях и эксплуатации и разрабатывать схемы систем технической диагностики и контроля турбомашин  П-5 - Выполнять по данным систем контроля и технической диагностики оценку технического состояния оборудования с принятием решения о дальнейшей его эксплуатации, ремонте или восстановлении  У-1 - Анализировать данные по параметрам работы оборудования, используя метод графического анализа, для выполнения аналитических расчетов и статистической обработки  У-3 - Идентифицировать вид дефекта оборудования и определять возможности и способы восстановления его работоспособности  У-4 - Устанавливать последовательность действий при реализации алгоритмов принятия решения в системе технической диагностики турбомашин  У-5 - Анализировать информацию, получаемую при исследованиях или</p>	
-------------------------------	--	--

	эксплуатации турбомашин, оценивать ее и обосновывать применение на ее основе технических решения по обеспечению надежности эксплуатации объектов	
--	--	--

### 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 – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Научный доклад</i>	2,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>зачет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	2,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		

<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

### 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– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

## 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. Показатели надежности турбомашин

2. Мониторинг и прогнозирование технического состояния



3. Параметрическая диагностика, определение коэффициентов технического состояния
4. Построение схемы испытаний турбоустановки
5. Неисправности узлов и деталей турбомашин
6. Вибрационная диагностика
7. Машинное обучение и анализ данных

Примерные задания

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. Контрольная работа**

Примерный перечень тем

1. Прогнозирование технического состояния/ресурса турбоустановок

Примерные задания

Разработать алгоритм прогнозирования технического состояния/ресурса турбоустановки или турбомашин любого типа. Определить базовые критерии.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.2. Научный доклад/доклад**

Примерный перечень тем

1. Научные доклады по темам лекций (показатели надежности турбомашин, предиктивная аналитика в турбостроении).

Примерные задания

- Рассмотреть стандарты энергетической и нефтегазовой отраслей, описать используемые показатели надежности турбоустановок в эксплуатации, привести примеры расчета данных показателей, указать основные сложности при проведении диагностики. При подготовке доклада кроме стандартов необходимо проанализировать не менее 5 источников литературы, не менее 3 из которых являются рецензируемыми научными статьями, не менее 2 из которых должны быть опубликованы за последние 3 года. Результаты работы оформляются в виде доклада и презентуются на занятии или в рамках научных конференций.

Подготовить презентацию, 10-12 слайдов.

Проанализировать научные работы, связанные с предиктивной аналитикой турбоустановок. Рассмотреть пример анализа условий работы конкретной установки или определенный подход к диагностике. При подготовке доклада необходимо проанализировать не менее 12 источников литературы, не менее 10 из которых являются рецензируемыми научными статьями, не менее 4 из которых должны быть опубликованы за последние 3 года. Результаты работы оформляются в виде доклада и презентуются на занятии или в рамках научных конференций.

Подготовить презентацию, 10-12 слайдов.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Техническая диагностика, цели и задачи. Основные понятия. Проблемы технической диагностики. Системы технической диагностики, типы систем, развитие. Экспертные системы. Искусственный интеллект.

2. Виды состояний технических объектов. Критерии исправного состояния. Критерии работоспособного состояния. Критерии неисправного состояния. Критерии неработоспособного состояния. Критерии предельного состояния.

3. Вероятность безотказной работы. Коэффициент готовности. Нарботка на отказ. Коэффициент технического использования. Правила надежности.

4. Вибрационная диагностика турбоустановок.

5. Характеристики основных и вспомогательных узлов турбоустановок. Деградация эксплуатационных характеристик. Анализ эксплуатационных условий турбомашин и турбоустановок.

6. Коэффициенты технического состояния по мощности, КПД и расходу топливного газа. Особенности определения. Классы технического состояния ГТУ. Коэффициент технического состояния, коэффициент режима работы компрессора. Особенности определения. Классы технического состояния газовых компрессоров.

7. Методы определения эффективной мощности ГТУ: по параметрам компримируемого газа; по «тепловому балансу»; по параметрам силовой турбины; по измеренному расходу тепла; по степени повышения давления в осевом компрессоре или степени понижения давления в турбине; по альбомным газодинамическим характеристикам приводимого агрегата; по обобщенным зависимостям газотурбинных установок; по «заводскими» методам.

8. Нормативная документация. Методы испытаний. Схемы измерений параметров. Требования к проведению испытаний и обработке их результатов.

9. Особенности определения параметров работы ГТУ с регулируемым лопаточным аппаратом. Сложности приведения параметров к стандартным условиям. Коэффициент технического соответствия.

10. Правила оценки технического состояния основного технологического оборудования электрических станций.

11. Технологии удаленной параметрической диагностики и мониторинга текущих показателей технического состояния турбоустановок. Предиктивная аналитика. Применение методов машинного обучения для анализа данных.

12. Группы неисправностей элементов и узлов турбоустановок. Неисправности осевого компрессора, турбины, камеры сгорания, центробежного компрессора, узлов и систем турбоустановок. Диагностические признаки неисправностей.

13. Межремонтный период. Техническое обслуживание и ремонт. Программы технического обслуживания турбоустановок. Факторы, влияющие на ресурс турбоустановок. Фактическая и эквивалентная наработка.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.