

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Динамика и прочность турбомашин

Код модуля
1156554

Модуль
Динамика и прочность

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Плотников Петр Николаевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	турбин и двигателей

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Плотников Петр Николаевич, Профессор, турбин и двигателей

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Динамика и прочность турбомашин

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	8	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа	2
		Реферат	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Динамика и прочность турбомашин

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-5 -Способен принимать обоснованные решения на стадии проектирования деталей, узлов и турбоустановок, разработки тепловых схем турбомашин, используя методы тепловых и газодинамических расчетов и САПР	З-13 - Изложить основные терминологические понятия, связанные с вопросами динамики и прочности деталей турбомашин З-14 - Определить методику выбора материалов и назначения величин допускаемых напряжений З-15 - Описать конструктивные элементы деталей, их связи с общей конструкцией агрегата, а также условия работы деталей турбомашин и важнейшие факторы, определяющие их надежность П-4 - Применять современные программные продукты, позволяющие моделировать и	Лекции Реферат № 2 Реферат №1 Экзамен

	<p>управлять прочностью и надежностью деталей турбомашин</p> <p>У-11 - Решать задачи прочности и надежности деталей турбомашин с помощью прикладных программ на ПК</p> <p>У-12 - Правильно выбирать материалы и назначать допускаемые напряжения для конкретных деталей турбомашин</p> <p>У-13 - Выбирать методы расчета распределения напряжений и деформаций, в том числе при колебаниях деталей</p>	
<p>ПК-6 -Способен выполнять экспериментальные исследования и испытания турбоустановок, проводить измерения физических величин, а также разработку технических заданий инженерных проектов</p>	<p>З-3 - Характеризовать методы экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния деталей и узлов турбомашин</p> <p>П-4 - Использовать методы расчетного и экспериментального исследований динамики и прочности основных деталей турбомашин</p> <p>У-4 - Анализировать результаты расчетных и экспериментальных исследований и разрабатывать рекомендации по улучшению эксплуатационных показателей надежности оборудования</p>	<p>Домашняя работа № 2</p> <p>Домашняя работа №1</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

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

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5

Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Реферат № 1</i>	6,12	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение заданий на практических занятиях</i>	6,17	60
<i>Домашняя работа № 1</i>	6,10	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным 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		

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.2
--

Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Реферат № 2</i>	7,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение заданий на практических занятиях</i>	7,17	60
<i>Домашняя работа № 2</i>	7,8	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.4		
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
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным 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).

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).

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
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,	Неудовлетворительно	Не зачтено	Недостаточный (Н)

	имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	(менее 40 баллов)		
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. Эскизирование конструкций рабочих лопаток.
 2. Знакомство с расчетным комплексом ANSYS.
 3. Решение простейших задач в программе ANSYS. Расчет рабочей лопатки на растяжение.
 4. Основные нагрузки, действующие на элементы турбомашин и их приложение при конечно-элементном моделировании в ANSYS.
 5. Расчет рабочей лопатки на изгиб. Расчет бандаж-ной полки в ANSYS.
 6. Прочностной аналитический расчет лопаток турбомашин. Решение контактной задачи.
 7. Прочностной расчет элементов диска турбомашин под действием различных нагрузок.
 8. Прочностной расчет диска турбомашин.
 9. Расчет элементов корпуса турбины.
 10. Решение задачи нахождения собственных частот и форм колебаний деталей ротора турбомашин (модальный анализ).
 11. Определение амплитудно-частотной характеристики стержневой системы.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Определение собственных частот и форм колебаний лопаток турбомашин методом свободных колебаний.
2. Определение собственных частот и форм колебаний лопаток турбомашин методом вынужденных колебаний.
3. Определение распределения напряжений в колеблющейся лопатке методом тензометрирования.
4. Исследование напряженного состояния хвостовиков лопаток поляризационно-оптическим методом.

5. Исследование распределения напряжений в облопаченном колеблющемся диске турбомашин методом тензометрирования.

6. Определение собственных частот и форм колебаний диска турбомашин методом вынужденных колебаний.

7. Определение критических частот вращения ротора с дисками.

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 №1

Примерный перечень тем

1. Корпуса турбомашин.

Примерные задания

Произвести:

Статический прочностной расчет корпуса турбомашин под действием внутреннего давления.

Статический прочностной расчет корпуса турбомашин под действием тепловой нагрузки, обусловленной неравномерным полем температуры.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Колебания роторов и валов турбомашин.

Примерные задания

Определить собственные частоты и формы колебаний роторов турбомашин.

Построить амплитудно-частотные характеристики роторов турбомашин для разных точек.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Реферат №1

Примерный перечень тем

1. Прочность материалов.

2. Рабочие лопатки турбомашин.

3. Роторы и диски турбомашин.

4. Корпуса турбомашин.

Примерные задания

Реферат по данной дисциплине состоит из введения, основной части, заключения и списка литературы. Объем реферата 10-15 страниц машинописного текста. На основе реферата необходимо подготовить доклад на 5 минут. Защита реферата заключается в его публичном представлении с ответами на вопросы по теме реферата.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Реферат № 2

Примерный перечень тем

1. Конструктивные особенности подшипников качения, применяемых в турбомашинах.
2. Конструктивные особенности подшипников скольжения, применяемых в паровых турбинах.
3. Материалы, применяемые для лопаток турбомашин.
4. Материалы, применяемые для роторов и дисков паровых турбин.
5. Материалы, применяемые для роторов, дисков, подшипников газовых турбин.
6. Схема маслоснабжения паровой турбины.
7. Схема маслоснабжения газовой турбины с подшипниками скольжения.
8. Схема маслоснабжения газотурбинного двигателя с подшипниками качения.
9. Схема маслоснабжения ГППА.

Примерные задания

Реферат по данной дисциплине состоит из введения, основной части, заключения и списка литературы. Объем реферата 10-15 страниц машинописного текста. На основе реферата необходимо подготовить доклад на 5 минут. Защита реферата заключается в его публичном представлении с ответами на вопросы по теме реферата.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Особенности условий работы материалов и деталей турбомашин. Виды воздействий.
2. Критерии прочности деталей турбомашин.
3. Надежность турбомашин.
4. Усталость, термоусталость и малоцикловая усталость.
5. Концентрация напряжений в деталях турбомашин и меры ее уменьшения.
6. Выбор допускаемых напряжений и запасов прочности материалов в турбостроении.
7. Расчет рабочих лопаток на растяжение под действием центробежных сил (для лопаток постоянного по высоте сечения).
8. Выбор материалов деталей турбин и компрессоров.
9. Газодинамические силы и изгибающие моменты, действующие на лопатки. Расчет напряжений изгиба.
10. Изгиб и кручение лопаток под действием центробежных сил инерции. Температурные напряжения в лопатках.
11. Расчет на прочность вильчатого хвостовика рабочей лопатки.
12. Расчет на прочность хвостовика типа «ласточкин хвост».
13. Расчет на прочность ленточного бандажа и шипа лопатки.
14. Классификации и конструкции роторов турбомашин.
15. Расчет на прочность ротора барабанного типа.
16. Расчет температурных напряжений в дисках турбомашин. Материалы роторов и дисков.

17. Оценка прочности вала турбины при коротком замыкании ротора генератора.
 18. Муфты турбомашин, конструкции, расчет на прочность.
 19. Классификации и конструкции корпусов турбомашин, схемы опирания и обеспечение свободы термических расширений.
 20. Система маслоснабжения паровой турбины с насосами объемного типа.
 21. Турбинные масла. Требования к маслам, свойства турбинных масел и их эксплуатационные характеристики.
 22. Классификации подшипников турбомашин. Преимущества и недостатки подшипников скольжения.
 23. Принцип работы опорного подшипника.
 24. Понятие о колебаниях. Классификация колебательных систем и колебательных процессов.
 25. Вынужденные колебания систем под воздействием внешней гармонической силы.
 26. Причины колебаний лопаток.
 27. Частота собственных колебаний вращающейся лопатки.
 28. Напряжения в лопатке при колебаниях. Паке́тный мно́житель.
 29. Вибронадежность лопаточного аппарата.
 30. Колебания вращающихся дисков. Диаграмма колебаний вращающегося диска.
 31. Критическая частота вращения вала постоянного диаметра.
 32. Влияние различных факторов на критические частоты вращения валов турбомашин.
 33. Причины колебаний роторов турбомашин.
 34. Анализ вибрационного состояния турбоагрегатов.
 35. Нормирование вибрации. Нормы вибрации валопроводов турбин.
 36. Меры снижения вибрации турбоагрегатов.
 37. Влияние балансировки и неустойчивости свойств ротора на его вибрацию.
 38. Диафрагмы паровых турбин: классификация, конструкции, расчет на прочность.
- 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	общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель», «группа студентов-преподаватель», «студент-студент», «студент-группа студентов»	Технология анализа образовательных задач	ПК-5	3-13	Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия

