

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
CAD/CAE системы в энергомашиностроении

Код модуля
1161183(1)

Модуль
Цифровые технологии в проектировании и
эксплуатации турбомашин и турбоустановок

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Брезгин Виталий Иванович	доктор технических наук, старший научный сотрудник	Профессор	турбин и двигателей

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

Авторы:

- **Брезгин Виталий Иванович, Профессор, турбин и двигателей**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ CAD/CAE системы в энергомашиностроении

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

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ CAD/CAE системы в энергомашиностроении

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-2 -Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ У-2 - Использовать методы моделирования и	Домашняя работа № 2 Домашняя работа №1 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Курсовая работа Лекции Практические/семинарские занятия

	математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности	
ПК-2 -Способность разрабатывать программные алгоритмы, физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов в сфере конструирования, проектирования, исследования, модернизации объектов газотурбостроения и энергетики и оценивать полученные результаты	<p>З-2 - Объяснять принципы выбора моделей и расчётных схем системы в зависимости от условий работы и конструктивных особенностей энергоустановок</p> <p>З-3 - Изложить основные подходы к проектированию турбомашин с применением САПР</p> <p>П-2 - Выполнять численные расчеты рабочих процессов энергоустановок и проводить их анализ</p> <p>П-3 - Самостоятельно ставить и решать задачи численного моделирования рабочих процессов энергоустановок</p> <p>П-4 - Иметь практический опыт разработки моделей элементов турбомашин в САПР при проектировании турбомашин</p> <p>У-3 - Анализировать результаты численного моделирования рабочих процессов и на их основе предлагать меры по совершенствованию энергоустановок</p> <p>У-4 - Анализировать и устанавливать последовательность действий при построении твердотельных моделей элементов турбомашин с применением САПР</p>	<p>Домашняя работа № 2</p> <p>Домашняя работа №1</p> <p>Зачет</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Курсовая работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Практические/семинарские занятия</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 – 0.4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа 1</i>	17	30
<i>домашняя работа 2</i>	17	30
<i>контрольная работа 1</i>	17	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа 2</i>	17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено		
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
Поиск и анализ источников	17	10
Проведение расчетных работ	17	30
Формирование содержания курсового проекта	17	30
Выполнение графической части	17	30
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0.4		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 0.6		

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

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)		
№	Содержание уровня	Шкала оценивания

п/п	выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	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, 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. Введение в процесс проектирования в среде Creo Parametric.
2. Твёрдотельное моделирование деталей в среде Creo Parametric.
3. Введение в поверхностное моделирование в среде Creo Parametric.
4. Моделирование турбинных лопаток.
5. Введение в моделирование сборок в среде Creo Parametric.
6. Создание сборки в среде Creo Parametric.
7. Выполнение чертежей в среде Creo Parametric.

Примерные задания

LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Проекты. Построение эскизов. Зависимости. Закрепления. Размеры в эскизах. Основные конструктивные операции. Основные опорные элементы. Безэскизные конструкторские элементы.

2. Режим "Деталь". Особенности работы с эскизом в режиме "Деталь". Операции. Базовые элементы. Создание паза. Тонкостенные элементы. Соосные отверстия. Оболочки. Массивы элементов. Ребра. Литейные уклоны. Протягивание по траектории.

3. Интерфейс пользователя поверхностного моделирования. Методики моделирования. Создание кривых и поверхностей. Создание геометрических соединений.

4. Выбор систем координат. Рабочие лопатки постоянного профиля. Рабочие лопатки переменного профиля. Геометрия сечений. Задание сечения координатами точек сопряжения. Задание сечения посредством касательных дуг. Сшивание поверхностей. Отверждение поверхностной модели.

5. Объединение моделей деталей в сборки. Закрепления сборки. Режим свободной компоновки. Манипулирование компонентом сборки. Визуальное отображение компонентов сборки.

6. Компоненты сборки. Внешние компоненты. Создание детали внутри сборки. Использование слоев. Вставка закреплений сборки. Менеджер видов. Сечения. Виды.

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 № 1

Примерный перечень тем

1. Проведение инженерных расчетов в среде CAE-системы в рамках ограничения времени.

Примерные задания

В работе предлагается выполнить расчеты НДС (напряженно-деформированного состояния) модели детали / сборки в среде CAE-системы за 45...90 мин. (время назначается преподавателем в зависимости от степени сложности модели). При проведении расчетов требуется выполнить назначение материала; наложение граничных условий; приложение нагрузки; создание и генерация расчетной конечно-элементной сетки; проведение статического / динамического / термического / оптимизационного расчета конструкции; просмотр и анализ результатов расчета; формулировка выводов.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Выполнение проектной работы в среде CAD-системы в условиях ограничения времени.

Примерные задания

В работе предлагается выполнить моделирование детали/сборки в среде Creo Parametric за 45...90 мин. (время назначается преподавателем в зависимости от степени сложности

модели). При проведении моделирования требуется выполнить построение эскиза, наложение параметрических зависимостей; установление и внесение изменений в ограничения и размеры; выполнение 3D-моделирования с использованием методов Вытягивания/Вращения/Протягивания/Сопряжения; добавления опорных элементов (точек/осей/плоскостей/систем координат/кривых); создание эскизных конструктивных операций в режиме удаления/добавления материала; создание безэскизных конструктивных операций (отверстий, скруглений, фасок, уклонов, оболочек, ребер, поверхностной резьбы, поверхностной гравировки, решеток); анализ зазоров и пересечений в сборках, анализ кривизны поверхностей, анализ массовых свойств; формулировка выводов.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа №1

Примерный перечень тем

1. Применение САД-технологий в энергетическом машиностроении.

Примерные задания

1. Моделирование углового зажима в сборе. В этом проекте необходимо создать модели компонентов для сборки углового зажима, а затем выполнить сборку. Необходимо создать все компоненты как отдельные файлы деталей. Виды и размеры компонентов показаны на рисунках с 1 по 13.

2. Автомобильный домкрат в сборе. В этом проекте необходимо создать компоненты для сборки автомобильного домкрата, а затем выполнить сборку (см. Рисунок 1.) Разобранный вид сборки показан на рисунке 2. Вам необходимо создать все компоненты как отдельные файлы деталей. Виды и размеры компонентов показаны на рисунках с 1 по 18.

3. Колесо в сборе. В этом проекте необходимо создать модели компонентов для сборки колеса, а затем выполнить сборку. Необходимо создать все компоненты как отдельные файлы деталей. Виды и размеры компонентов показаны на рисунках с 1 по 5.

4. Пневматический захват-Сборка. В этом проекте необходимо создать модели компонентов для сборки пневматического захвата, а затем выполнить сборку. Необходимо создать все компоненты как отдельные файлы деталей. Виды и размеры компонентов показаны на рисунках с 1 по 10.

5. Поворотная диафрагма. В этом проекте моделирование начинается с создания модели верхнего полукольца; виды и размеры компонента представлены на рисунках с 2.1 по 2.31. Следующий компонент – нижнее полукольцо (рисунки с 3.1 по 3.8). Компонент «диафрагма» представлен на рисунках с 4.1 по 4.14. Сборка всего изделия представлена на рисунках с 5.1 по 5.15

6. Создание трехмерной модели шатуна и поршневой группы дизельного двигателя. По предложенным чертежам компонентов (6 чертежей) необходимо выполнить моделирование компонента «поршень» (20 рисунков); «компрессионного кольца» - 6 рисунков; «маслосъемного кольца» - 2 рисунка; «поршневого пальца» - 2 рисунка; «шатуна» - 13 рисунков; «крышка шатуна» - 10 рисунков; сборка изделия – 11 рисунков.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Применение CAE-технологий в энергетическом машиностроении.

Примерные задания

1. Стандартный статический анализ прочности детали, включающий создание геометрии модели; настройку запуска модели конечно-элементного анализа; применение ограничений; приложение нагрузок; назначение материала; настройка анализа; выполнение анализа; отображение результатов; моделирования непосредственно в дереве модели; определение и использование измерений; изучение сетки КЭА и AutoGEM.

2. Проектные исследования, оптимизация твердотельной модели, включающие создание проектной переменной; исследование чувствительности конструкции; отображение результатов исследования конструкции; исследование оптимизации конструкции; применение нагрузок и ограничений; использование исключенных элементов; суперпозиция и множественные нагрузки; объединение результатов для множественных наборов нагрузки.

3. Исследование модели плоского напряжения и плоской деформации, в том числе: модели плоского напряжения; создание системы координат; установку типа модели; применение нагрузок и ограничений; определение свойств модели; настройка и запуск анализа; просмотр результатов; использование симметрии; модели плоской деформации; создание областей поверхностей; приложение нагрузки давлением; применение температурной нагрузки; выполнение анализа и просмотр результатов.

4. Осесимметричные тела и оболочки, в том числе: осесимметричные модели – элементы, нагрузки, ограничения, требования к осесимметричным моделям; осесимметричные тела – ограничения, нагрузки, свойства материала, настройка и запуск анализа, просмотр результатов, изучение модели; осесимметричные оболочки – тип модели, свойства оболочки, ограничения, настройка центробежной нагрузки, анализ, просмотр результатов, модификация модели, нагрузки от давления на осесимметричные оболочки.

5. Модели оболочек, в том числе: автоматическое создание оболочки (Модель № 1) – создание модели, определение оболочек, назначение материала, ограничений, нагрузки давлением, определение и выполнение анализа, просмотр результатов, изучение модели; создание оболочки вручную (Модель №2) – геометрия, пары поверхностей, сетка, завершение модели, запуск модели, использование исключенных элементов; смешанные твердые тела и оболочки (Модель №3) – создание, наложение ограничений, определение нагрузок, анализ, просмотр результатов.

6. Тепловые модели: стационарные и нестационарные. В рамках работы изучение свойств материала, типов моделей и идеализаций, граничных условий и тепловых нагрузок, стационарные модели (3D твердотельная модель и 2D-плоское напряжение; нестационарный тепловой анализ; термические напряжения.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. История и перспективы развития автоматизированного проектирования. Понятия. Термины. Объекты проектирования и автоматизации.
 2. Виды обеспечения САПР. Комплексы средств автоматизации проектирования.
 3. Роль PDM-систем в информационной поддержке жизненного цикла изделий энергетического машиностроения.
 4. Порядок построения эскизов в среде Creo Parametric.
 5. Основные опорные элементы. Назначение, способы построения.
 6. Твердотельное моделирование детали. Последовательность создания модели. Особенности применения безэскизных конструкторских элементов.
 7. Твердотельное моделирование детали. Создание оболочек. Массивы элементов. Ребра. Литейные уклоны. Протягивание по траектории.
 8. Поверхностное моделирование деталей. Особенности и методики поверхностного моделирования. Создание кривых и поверхностей. Понятие соединений.
 9. Проектирование турбинных лопаток постоянного профиля. Задание сечения профиля лопатки координатами точек сопряжения. Проблемы сопряжения. Способы решения проблемы сопряжения.
 10. Проектирование турбинных лопаток переменного профиля. Задание сечения посредством касательных дуг. Проблемы сопряжения касательных дуг. Способы решения проблемы сопряжения.
 11. Назначение и особенности основных операций поверхностного моделирования: скругление, отсекание и сшивание поверхностей; отверждение поверхностной модели.
 12. Объединение моделей деталей в сборки. Закрепления сборки.
 13. Назначение и особенности манипулирования компонентом сборки. Действия с компонентами сборки. Визуальное отображение компонентов сборки.
 14. Сопоставление основных закреплений сборки «Сопрягать» и «Сместить»; «Выровнять» и «Вставить».
 15. Формирование чертежей в среде Creo Parametric. Создание видов и сечений. Оформление чертежей.
 16. Назначение и особенности использования шаблонов и таблиц семейств в среде Creo Parametric.
 17. Назначение и особенности инструмента «Прямое моделирование» в среде Creo Parametric.
 18. Организация совместной работы с использованием PDM (PLM)-систем в среде Creo Parametric.
 19. Работа с файлами в интегрированной среде Creo Parametric и Windchill.
 20. Работа с чертежами и таблицами семейств в интегрированной среде Creo Parametric и Windchill.
 21. Особенности параметрического и прямого моделирования. Цели и способы интеграции этих методов моделирования.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Курсовая работа

Примерный перечень тем

1. Моделирование рабочей турбинной лопатки постоянного профиля (деталь).
2. Моделирование рабочей турбинной лопатки переменного профиля (деталь).
3. Моделирование сопловой турбинной лопатки (деталь).

4. Моделирование трубной доски подогревателя (деталь).
5. Моделирование цельнофрезерованного пакета рабочих лопаток регулирующей ступени турбины (деталь).
6. Проектирование корпуса масляного насоса (деталь).
7. Моделирование осерадиального рабочего колеса газовой турбины (деталь).
8. Моделирование направляющего аппарата паровой турбины (сборка).
9. Моделирование облопаченного колеса паровой турбины (сборка).
10. Моделирование крышки опорно-упорного подшипника (сборка).
11. Моделирование сальникового подогревателя (сборка).
12. Моделирование блока электромагнитных клапанов системы защиты паровых турбин (сборка).
13. Моделирование водяной камеры сетевого подогревателя (сборка).
14. Моделирование ротора ЦВД паровой турбины (сборка).
15. Моделирование поворотного клапана (сборка).
16. Проектирование роторно-поршневого двигателя Ванкеля (механизм).
17. Моделирование червячной передачи (механизм).
18. Моделирование карданной передачи (механизм).
19. Моделирование ротора ЦНД паровой турбины (сборка, механизм).
20. Моделирование ротора компрессора газовой турбины (сборка, механизм).

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.