

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  Рязских В.И.
«21» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Конструкторско-технологическая информатика»

Направление подготовки 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Профиль Технологии и оборудование сварочного производства

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2024

Автор программы  / Булков А.Б./

Заведующий кафедрой Технологии сварочного производства и диагностики  / Селиванов В.Ф./

Руководитель ОПОП  / Селиванов В.Ф./

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

обучение студентов основам автоматизации проектирования технологических процессов и технических устройств, используемых в сварочном производстве, и рассмотрение основ построения и функционирования автоматизированных систем проектирования.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение основных принципов и положений общей теории автоматизированного проектирования;
- изучение этапов проектирования при решении частных задач, постановка задачи, построение математической модели объекта проектирования, выбор метода решения задачи, процесс решения задачи;
- знакомство с некоторыми специфическими задачами автоматизированного проектирования сварочного оборудования и оснастки, методами их решения с использованием ЭВМ, знакомство с основами построения и функционирования автоматизированных систем проектирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Конструкторско-технологическая информатика» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Конструкторско-технологическая информатика» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов сварных машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать структуру, порядок и способы создания расчетных моделей изделий при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций; структуру, способы использования, возможности и ограничения программных средств инженерного анализа для проведения виртуального эксперимента; современные программные средства для разработки технологической и производственной документации; основы работы с системами автоматизированного проектирования
	Уметь планировать и проводить виртуальный эксперимент, анализировать его результаты; создавать расчетные модели исследуемых объектов с использованием прикладных программных средств; выполнять построение твердотельных и поверхностных моделей с использованием систем автоматизированного проектирования; выбирать рациональный способ построения моделей

	Владеть навыками проведения и анализа результатов виртуального эксперимента по определению эксплуатационных свойств изделия с использованием прикладных программных средств; навыками построения твердотельных и поверхностных моделей с использованием систем автоматизированного проектирования
--	--

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Конструкторско-технологическая информатика» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	18	18
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	18	18
Самостоятельная работа	90	90
Курсовой проект (работа)	Нет	Нет
Контрольная работа	Нет	Нет
Виды промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	10	10
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	2	2
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	4	4
Самостоятельная работа	130	130
Курсовой проект (работа)	Нет	Нет
Контрольная работа	Нет	Нет

Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные положения численных методов моделирования конструкций и процессов	Роль вычислительных методов в инженерных расчетах. Основные этапы численного исследования прочности конструкций. Построение физической модели. Построение математической модели. Метод исследования математической модели и анализ полученных результатов. Идея и область применения МКЭ. Основные понятия. Основные этапы практической реализации. Конечные элементы. Построение сетки конечных элементов. Точность результатов. Примеры решения простейших задач МКЭ на основе стержневого и балочного элементов. Граничные условия расчетной модели. Нагрузки и ограничения степеней свободы. Общая последовательность действий при создании расчетной модели. Характеристика объектов приложения нагрузок и ограничений степеней свободы в моделях с различной размерностью конечных элементов. Виды нагрузок и команды их задания в различных типах анализа. Назначение и способы задания ограничений на степени свободы. Использование систем координат (ортогональные, цилиндрические и сферические) и полей данных (таблицы и формулы) для определения нагрузок и ограничений степеней свободы. Моделирование условий взаимодействия компонентов в сборках. Определение объектов моделирования (контакт поверхность-поверхность, склеивание поверхности с поверхностью или ребром), и их использование для моделирования контактного взаимодействия между компонентами в моделях сборок. Определение исходных и целевых регионов поверхности. Определение параметров контактной жесткости при взаимодействии компонентов, учет начальных зазоров и проникновений. Дополнительные виды результатов для задачи контактного взаимодействия.	8	-	9	40	57
2	Основные виды инженерного анализа конструкций	Линейный статический анализ напряженно-деформированного состояния. Определение линейного статического анализа и методы решения системы уравнений равновесия. Задание параметров решения статического анализа напряженно-деформированного состояния. Ограничения применимости линейного статического анализа, принятые упрощающие гипотезы, интерпретация результатов анализа. Оптимизационный анализ. Виды оптимизации (гео-	10	18	9	50	87

		метрическая, параметрическая, топологическая). Необходимые исходные данные для решения оптимизационного анализа. Элементы задачи оптимизации (целевая функция, проектные переменные и ограничения) и способы их представления. Анализ чувствительности геометрии для обоснованного выбора проектных переменных. Контрольные параметры оптимизационной задачи и их влияние на сходимость результатов. Просмотр и анализ результатов. Нелинейный анализ. Введение в нелинейный анализ, особенности конечно-элементного анализа с учетом нелинейного поведения конструкции. Геометрическая нелинейность (большие деформации и перемещения) и нелинейность материалов (использование диаграмм «напряжение-деформация» для описания поведения материалов после достижения предела пропорциональности). Особенности решения задач нелинейного контактного взаимодействия. Итерационное решение нелинейных задач. Просмотр и интерпретация результатов. Анализ распространения теплоты. Граничные условия тепловых задач. Физические свойства материалов. Формулирование и решение задач термоупругости. Анализ результатов. Основные направления развития систем инженерного анализа с использованием МКЭ. Обзор специализированных прикладных пакетов для инженерных расчетов в области сварки.					
Итого			18	18	18	90	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные положения численных методов моделирования конструкций и процессов	Роль вычислительных методов в инженерных расчетах. Основные этапы численного исследования прочности конструкций. Построение физической модели. Построение математической модели. Метод исследования математической модели и анализ полученных результатов. Идея и область применения МКЭ. Основные понятия. Основные этапы практической реализации. Конечные элементы. Построение сетки конечных элементов. Точность результатов. Примеры решения простейших задач МКЭ на основе стержневого и балочного элементов. Граничные условия расчетной модели. Нагрузки и ограничения степеней свободы. Общая последовательность действий при создании расчетной модели. Характеристика объектов приложения нагрузок и ограничений степеней свободы в моделях с различной размерностью конечных элементов. Виды нагрузок и команды их задания в различных типах анализа. Назначение и способы задания ограничений на степени свободы. Использование систем координат (ортогональные, цилиндрические и сферические) и полей данных (таблицы и формулы) для определения нагрузок и ограничений степеней свободы. Моделирование условий взаимодействия компонентов в сборках. Определение объектов моделирования (контакт поверхность-поверхность, склеивание поверхности с поверхностью или ребром), и	2	-	4	60	66

		их использование для моделирования контактного взаимодействия между компонентами в моделях сборок. Определение исходных и целевых регионов поверхности. Определение параметров контактной жесткости при взаимодействии компонентов, учет начальных зазоров и проникновений. Дополнительные виды результатов для задачи контактного взаимодействия.					
2	Основные виды инженерного анализа конструкций	Линейный статический анализ напряженно-деформированного состояния. Определение линейного статического анализа и методы решения системы уравнений равновесия. Задание параметров решения статического анализа напряженно-деформированного состояния. Ограничения применимости линейного статического анализа, принятые упрощающие гипотезы, интерпретация результатов анализа. Оптимизационный анализ. Виды оптимизации (геометрическая, параметрическая, топологическая). Необходимые исходные данные для решения оптимизационного анализа. Элементы задачи оптимизации (целевая функция, проектные переменные и ограничения) и способы из представления. Анализ чувствительности геометрии для обоснованного выбора проектных переменных. Контрольные параметры оптимизационной задачи и их влияние на сходимость результатов. Просмотр и анализ результатов. Нелинейный анализ. Введение в нелинейный анализ, особенности конечно-элементного анализа с учетом нелинейного поведения конструкции. Геометрическая нелинейность (большие деформации и перемещения) и нелинейность материалов (использование диаграмм «напряжение-деформация» для описания поведения материалов после достижения предела пропорциональности). Особенности решения задач нелинейного контактного взаимодействия. Итерационное решение нелинейных задач. Просмотр и интерпретация результатов. Анализ распространения теплоты. Граничные условия тепловых задач. Физические свойства материалов. Формулирование и решение задач термоупругости. Анализ результатов. Основные направления развития систем инженерного анализа с использованием МКЭ. Обзор специализированных прикладных пакетов для инженерных расчетов в области сварки.	2	2	-	70	74
Итого			4	2	4	130	140

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Основы работы с системами инженерного анализа. Создание проекта. Структура данных и файлов модели. Типы решаемых задач. Основные структурные элементы расчетной модели.
2. Виды конечных элементов. Выбор уровня и степени дискретизации модели. Контроль качества сетки. Сопряжение конечно-элементных сеток. Редактирование элементов и узлов КЭ модели.
3. Решение контактных задач механики методом конечных элементов
4. Моделирование нагрева подвижными источниками теплоты

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать структуру, порядок и способы создания расчетных моделей изделий при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций; структуру, способы использования, возможности и ограничения программных средств инженерного анализа для проведения виртуального эксперимента; современные программные средства для разработки технологической и производственной документации; основы работы с системами автоматизированного проектирования	Полнота, обобщенность и системность знаний	Знает структуру, порядок и способы создания расчетных моделей изделий при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций; структуру, способы использования, возможности и ограничения программных средств инженерного анализа для проведения виртуального эксперимента	отсутствуют знания
	Уметь планировать и проводить виртуальный эксперимент, анализировать его результаты; создавать расчетные модели исследуемых объектов с использованием прикладных программных средств; выполнять построение твердотельных и поверхностных моделей с использованием систем автоматизированного проектирования; выбирать рациональный способ построения моделей	Степень самостоятельности при использовании стандартных средств автоматизации проектирования	Умеет планировать и проводить виртуальный эксперимент, анализировать его результаты; создавать расчетные модели исследуемых объектов с использованием прикладных программных средств	отсутствуют умения
	Владеть навыками проведения и анализа результатов виртуального эксперимента по определению эксплуатационных свойств изделия с использова-	Самостоятельное применение знаний и умений, осуществление в различных ситуациях деятельности, относя-	Владеет навыками проведения и анализа результатов виртуального эксперимента по определению эксплуатационных свойств	отсутствуют навыки

	нием прикладных программных средств; навыками построения твердотельных и поверхностных моделей с использованием систем автоматизированного проектирования	щейся к данной компетенции	изделия с использованием прикладных программных средств.	
--	---	----------------------------	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 7 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать структуру, порядок и способы создания расчетных моделей изделий при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций; структуру, способы использования, возможности и ограничения программных средств инженерного анализа для проведения виртуального эксперимента; современные программные средства для разработки технологической и производственной документации; основы работы с системами автоматизированного проектирования	Полнота, обобщенность и системность знаний	знает влияние различных факторов на точность результатов расчета МКЭ	знает основные положения метода конечных элементов и анализа полученных результатов; знает основные виды конечных элементов, применяющихся для решения механических и тепловых задач	знает основные типовые задачи исследования и проектирования, ориентированные на применение компьютерных методов; знает основные положения численных методов моделирования конструкций	отсутствуют знания
	Уметь планировать и проводить виртуальный эксперимент, анализировать его результаты; создавать расчетные модели исследуемых объектов с использованием прикладных программных средств; выполнять построение твердотельных и поверх-	Степень самостоятельности при использовании стандартных средств автоматизации проектирования	умеет задавать сложные законы механического и теплового поведения материала	умеет выбрать и задать закон механического и теплового поведения материала, соответствующий проводимому виду анализа; умеет решать нелинейные задачи механики деформируемого твердого тела и распространения тепло-	умеет решать линейные задачи механики деформируемого твердого тела и распространения теплоты методом конечных элементов	отсутствуют умения

ностных моделей с использованием систем автоматизированного проектирования; выбирать рациональный способ построения моделей			ты методом конечных элементов		
Владеть навыками проведения и анализа результатов виртуального эксперимента по определению эксплуатационных свойств изделия с использованием прикладных программных средств; навыками построения твердотельных и поверхностных моделей с использованием систем автоматизированного проектирования	Самостоятельное применение знаний и умений, осуществление в различных ситуациях деятельности, относящейся к данной компетенции	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	отсутствуют навыки

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Вопрос 1. Для каких целей конструктор использует "Метод конечных элементов" (МКЭ)?

- A. Для создания матрицы жесткости модели.
- B. Для определения стоимости конструкции.
- C. Для определения массы конструкции.
- D. Для определения напряжений и деформаций в конструкции.
- E. Для создания сетки.
- F. Для определения внутренних усилий.

Вопрос 2. В модели 520 узлов и 800 конечных элементов. 50 узлов "жестко" закреплены, а другие 100 закреплены только от смещений по оси X. В каждом узле 3 степени свободы. Чему равно число неизвестных модели?

- A. < 500
- B. 800
- C. 1310
- D. 1410
- E. 1560
- F. > 2000

Вопрос 3. Какая из задач не может быть решена аналитически и требует численного решения?

- A. Колебание шара.
- B. Течение воздушного потока через пропеллер.

- C. Концентрация напряжений возле отверстия.
- D. Изгиб тонкостенной пластины.

Вопрос 4. Какой из параметров конечно-элементной модели наибольший?

- A. Число элементов.
- B. Число узлов.
- C. Число степеней свободы.
- D. Число кинематических граничных условий

Вопрос 5. Какой этап выполняется после создания твердотельной модели.

- A. Создание КЭ сетки.
- B. Формирование матрицы жесткости.
- C. Решение системы уравнений МКЭ
- D. Расчет напряжений и деформаций

Вопрос 6. Укажите максимальный размер задачи МКЭ, которую можно решить на персональном компьютере? (N - Число степеней свободы (СС))

- A. 1,000 СС
- B. 100,000 СС
- C. 100,000,000 СС

Вопрос 7. Что невозможно при постановке задачи для решения МКЭ

- A. Наличие элементов первого и второго порядков в одной модели.
- B. Наличие стержневых, балочных и оболочечных элементов в одной модели.
- C. Наличие элементов с нулевой жесткостью.
- D. Наличие элементов с очень большой жесткостью

Вопрос 8. Чему равно минимальное возможное число узлов для объемного элемента?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 8
- F. 10

Вопрос 9. Какую из задач следует решать с помощью тонкостенных элементов оболочки?

- A. Анализ светопрозрачности автомобильных фар.
- B. Моделирование краш-теста автомобиля.
- C. Анализ НДС лопатки турбины.
- D. Деформации теннисной ракетки

Вопрос 10. Укажите наиболее рациональный элемент для сосуда давления.

- A. Элемент балки.
- B. Объемный элемент - куб.
- C. Четырехгранный объемный элемент.

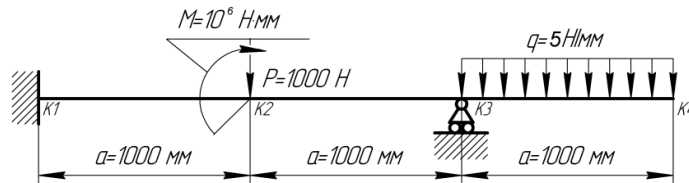
- D. Осесимметричный элемент.
- E. Элемент оболочки.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено

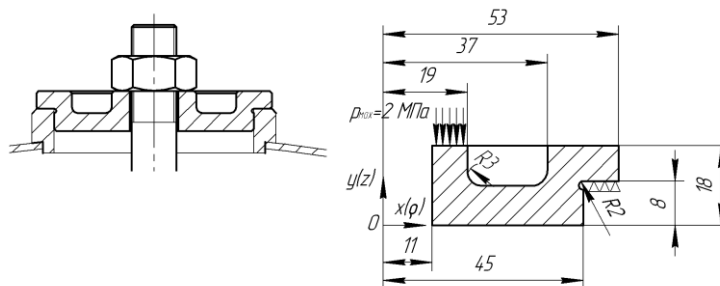
7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить прогибы, углы поворота, внутренние силовые факторы в сечении статически неопределимой двухопорной балки. Поперечное сечение – прямоугольное с высотой 80 мм и шириной 40 мм. Материал балки – сталь Ст3 ($E=2 \cdot 10^5$ МПа, $\nu=0.3$).



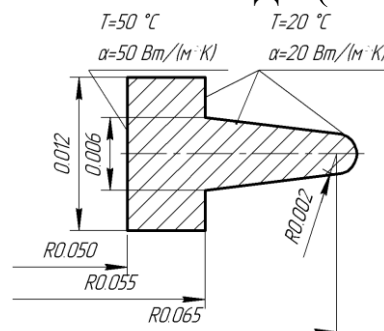
Расчетная схема балки

2. Определить напряженно-деформированное состояние прижима, изготовленного из стали Ст3. Учитывая осевую симметрию, рассмотреть двумерную модель. Использовать опцию осесимметричного (axisymmetric) НДС конечных элементов.



Прижим (а), расчетная схема (б)

3. Найти распределение температур в охлаждающем ребре радиатора из алюминиевого сплава. Свойства материала: $K_{XX} = 220$ Дж/(м·с·К), $DENS=2720$ кг/м³, теплоемкость $C = 960$ Дж/(кг·К).



Эскиз ребра радиатора

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Применение ЭВМ на этапах жизненного цикла продукта
2. Системы автоматизированного конструирования (САЕ)

3. Интеграция CAD, CAM и CAE
4. Роль вычислительных методов в расчетах на прочность
5. Основные этапы численного исследования прочности конструкций
6. Идея и область применения МКЭ
7. Основные этапы алгоритма статического расчета в системах инженерного анализа.
8. Геометрическое моделирование в программах инженерного анализа. Способы создания геометрических моделей
9. Типы конечных элементов. Степени свободы конечного элемента. Опции и константы конечных элементов.
10. Матрица жесткости конечного элемента. Ее структура. Связь между перемещениями узлов элемента и усилиями, действующими на них.
11. Разбивка геометрической модели на конечные элементы. Управление параметрами конечно-элементной сетки.
12. Виды механических нагрузок и закреплений. Приведение нагрузки на систему к узловой.
13. Виды тепловых нагрузок. Приведение нагрузки на систему к узловой.
14. Модели механического поведения материала.
15. Функции основных модулей программ инженерного анализа: препроцессора, решателя, постпроцессоров.
16. Постпроцессорная обработка результатов. Основные и производные результаты расчетов. Табличное и графическое представление результатов расчета.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится на основе аттестационного задания по вопросам зачета с учетом оценки за решение прикладных задач.

Оценка за вопрос выставляется по соответствию ответа критериям оценивания изложенным в разделе 7.1.2. Итоговый балл (средний балл) учитывает балл выполнения аттестационного задания и балл задания текущего контроля.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае отсутствия твердых знаний, или не соответствия критериям оценки «удовлетворительно» при ответе на вопрос зачета

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные положения численных методов моделирования конструкций и процессов	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ, решение прикладных задач, зачет

2	Основные виды инженерного анализа конструкций	ПК-1	Тест, защита лабораторных работ, решение прикладных задач, зачет
---	---	------	--

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Булков А.Б., Бокарев Д.И. Прикладные компьютерные программы [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. (3,2 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2015.

2. Матвеев С.А., Лаптев О.П., Мартынов Е.А., Литвинов Н.Н. Основы метода конечных элементов [Электронный ресурс] : учебное пособие - Электрон, дан. - Омск: СибАДИ, 2016. - Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26873329>, свободный после авторизации. - Загл. с экрана.3.

3. Шаманин А.Ю. Расчеты конструкций методом конечных элементов в ANSYS [Электронный ресурс]: методические рекомендации - Электрон. текстовые данные.- М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2012. - 72 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47951.html>, свободный после авторизации. - Загл. с экрана.

4. Басов К.А. Графический интерфейс комплекса ANSYS [Электронный ресурс] - Электрон. текстовые данные.- Саратов: Профобразование, 2017. - 239 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63587.html>, свободный после авторизации. - Загл. с экрана.

5. Басов К.А. ANSYS: справочник пользователя [Электронный ресурс] - Электрон. текстовые данные. - Саратов: Профобразование, 2017. - 640 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63588.html>, свободный после авторизации. - Загл. с экрана.

6. Булков А.Б., Корчагин И.Б. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 180 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Журнал «САПР и графика». – Электрон. версия науч. журн. - Москва: ООО КомпьютерПресс, 1997-2018. - Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9079, свободный.

2. CAD,CAM,CAE observer : информационно-аналитический PLM – журнал. – Рига : CAD/CAM Media Publishing, 2000 -. – Издается с 2000 г. – Режим доступа: <http://www.cad-cam-cae.ru/>, свободный.

3. **Электронная библиотека** Научной библиотеки Воронежского государственного технического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов]. - Электрон. дан. - Воронеж. 2017 - Режим доступа: <http://cchgeu.ru/university/library/>. - Загл. с экрана.

4. **Лань** [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». - Санкт-Петербург : Лань, 2010-. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>. - Загл. с экрана.

5. **Научная Электронная Библиотека eLibrary** [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных : электрон. журн. на рус, англ., нем. яз. : реф. и наукометр. база данных] / Науч. электрон. б-ка. - Москва, 1999- . - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>. - Загл. с экрана.

6. **Электронная Библиотечная Система IPRbookshop** [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / ООО «Ай Пи Эр Медиа», электронное периодическое издание «www.iprbookshop.ru». - Саратов, 2010- . - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>. - Загл. с экрана.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Дисплейный класс, оснащенный учебными версиями программы Z88 Aurora, ANSYS ED10.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Конструкторско-технологическая информатика» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета конструкций и изделий машиностроения методом конечных элементов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведую- щего кафедрой, от- ветственной за реа- лизацию ОПОП