

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
«Конструкторско-технологическая информатика»

**Направление подготовки** 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

**Профиль** Технологии и роботизированные системы сварочного  
производства

**Квалификация выпускника** бакалавр

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

**Форма обучения** очная/заочная

**Год начала подготовки** 2026

Воронеж 2026

## 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        | <b>Знать</b> 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 |
|             | <b>Уметь</b> 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                                                                                         |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Владеть</b> 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 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

| Виды учебной работы                                                                             | Всего часов | Семестры |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|
|                                                                                                 |             | 5        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                                                               | 54          | 54       |
| В том числе:                                                                                    |             |          |
| Лекции                                                                                          | 18          | 18       |
| Практические занятия (ПЗ)<br>в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> ) | 18          | 18       |
| Лабораторные работы (ЛР)<br>в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )  | 18          | 18       |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                                                   | 54          | 54       |
| Курсовой проект (работа)                                                                        | Нет         | Нет      |
| Контрольная работа                                                                              | Нет         | Нет      |
| Виды промежуточной аттестации                                                                   | зачет       | зачет    |
| Общая трудоемкость:<br>академические часы                                                       | 108         | 108      |
| зач.ед.                                                                                         | 3           | 3        |

**заочная форма обучения**

| Виды учебной работы                                                                             | Всего часов | Семестры |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|
|                                                                                                 |             | 3        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                                                               | 10          | 10       |
| В том числе:                                                                                    |             |          |
| Лекции                                                                                          | 4           | 4        |
| Практические занятия (ПЗ)<br>в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> ) | 2           | 2        |
| Лабораторные работы (ЛР)<br>в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )  | 4           | 4        |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                                                   | 94          | 94       |
| Курсовой проект (работа)                                                                        | Нет         | Нет      |
| Контрольная работа                                                                              | Нет         | Нет      |

|                               |       |       |
|-------------------------------|-------|-------|
| Часы на контроль              | 4     | 4     |
| Виды промежуточной аттестации | зачет | зачет |
| Общая трудоемкость:           |       |       |
| академические часы            | 108   | 108   |
| зач.ед.                       | 3     | 3     |

## 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 | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> | 8    | -         | 9         | 40  | 57         |
| 2     | Основные виды инженерного анализа конструкций                              | <p>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.</p> <p>Оптимизационный анализ. Виды оптимизации (гео-</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 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.<br>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.<br>Анализ распространения теплоты. Граничные условия тепловых задач. Физические свойства материалов. Формулирование и решение задач термоупругости. Анализ результатов.<br>Основные направления развития систем инженерного анализа с использованием МКЭ. Обзор специализированных прикладных пакетов для инженерных расчетов в области сварки. |           |           |           |           |            |
| <b>Итого</b> |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>54</b> | <b>108</b> |

### 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.<br>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.<br>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.<br>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 | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Анализ распространения теплоты. Граничные условия тепловых задач. Физические свойства материалов. Формулирование и решение задач термоупругости. Анализ результатов.</p> <p>Основные направления развития систем инженерного анализа с использованием МКЭ. Обзор специализированных прикладных пакетов для инженерных расчетов в области сварки.</p> | 2 | 2 | - | 70 | 74  |
| Итого |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 4 | 2 | 4 | 94 | 108 |

## 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        | <b>Знать</b> 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 |
|             | <b>Уметь</b> 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 |
|             | <b>Владеть</b> навыками проведения и анализа результатов виртуального эксперимента по определению эксплуатационных свойств изделия с использова-                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Самостоятельное приращение 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        | <b>Знать</b> 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 |
|             | <b>Уметь</b> 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                                                         |                                                          |                    |
|  | <b>Владеть</b> 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)?

- А. Для создания матрицы жесткости модели.
- В. Для определения стоимости конструкции.
- С. Для определения массы конструкции.
- Д. Для определения напряжений и деформаций в конструкции.
- Е. Для создания сетки.
- Ф. 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?

- А. < 500
- В. 800
- С. 1310
- Д. 1410
- Е. 1560
- Ф. > 2000

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

- А. Колебание шара.
- В. Течение воздушного потока через пропеллер.

С. Концентрация напряжений возле отверстия.

Д. Изгиб тонкостенной пластины.

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

А. Число элементов.

В. Число узлов.

С. Число степеней свободы.

Д. Число кинематических граничных условий

**Вопрос 5.** Какой этап выполняется после создания твердотельной модели.

А. Создание КЭ сетки.

В. Формирование матрицы жесткости.

С. Решение системы уравнений МКЭ

Д. Расчет напряжений и деформаций

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

А. 1,000 СС

В. 100,000 СС

С. 100,000,000 СС

**Вопрос 7.** Что невозможно при постановке задачи для решения МКЭ

А. Наличие элементов первого и второго порядков в одной модели.

В. Наличие стержневых, балочных и оболочечных элементов в одной модели.

С. Наличие элементов с нулевой жесткостью.

Д. Наличие элементов с очень большой жесткостью

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

А. 1

В. 2

С. 3

Д. 4

Е. 8

Ф. 10

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

А. Анализ светопрозрачности автомобильных фар.

В. Моделирование краш-теста автомобиля.

С. Анализ НДС лопатки турбины.

Д. Деформации теннисной ракетки

**Вопрос 10.** Укажите наиболее рациональный элемент для сосуда давления.

А. Элемент балки.

В. Объемный элемент - куб.

С. Четырехгранный объемный элемент.

Д. Осесимметричный элемент.

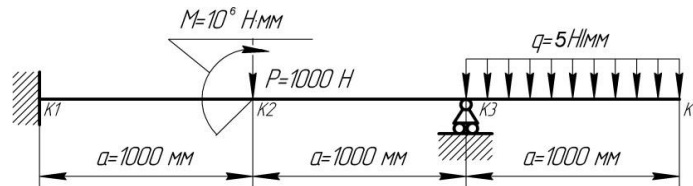
Е. Элемент оболочки.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено

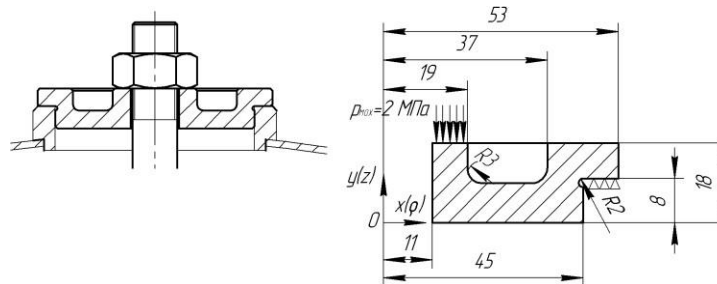
### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

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,  $\nu=0.3$ ).



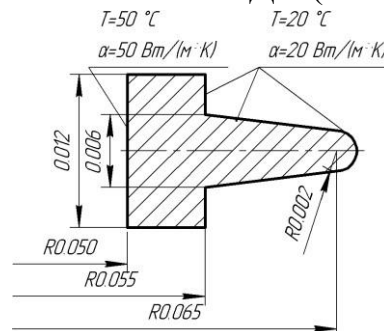
Расчетная схема балки

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/м<sup>3</sup>, 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:**

Сайт ВГТУ

<https://cchgeu.ru/education/programms/15-03-01-mashinostroenie-profil-tekhnologii-i-robotizirovannye-sistemy-svarochnogo-proizvodstva/?docs2026>

Образовательный портал ВГТУ

<https://old.education.cchgeu.ru/>

**8.3 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:**

**Перечень лицензионного программного обеспечения**

1. Microsoft Win Pro 10 32-bit/64-bit Russian Russia Only USB <FQC-09118> / Договор с ООО Фирма «РИАН» от 06.04.2017 №130/04 на поставку товара (срок действия лицензий – бессрочно) (Подписан ректором ФГБОУ ВО «ВГТУ»

С.А. Колодяжным и директором ООО Фирма «РИАН» А.Г. Кусковым 06.04.2017)

2. Acrobat Pro 2017 Multiple Platforms Russian AOO License TLP (1-4,999), право на использование / Сублицензионный договор с ООО «СиСофт Воронеж» от 15.11.2018 № 120 о предоставлении права использования на программы для ЭВМ (срок действия лицензий - бессрочно) (Подписан ректором ФГБОУ ВО «ВГТУ» С.А. Колодяжным и генеральным директором ООО «СиСофт Воронеж» А.А. Марьяновым 15.11.2018)

3. ANSYS DesignModeler; ANSYS CFD Premium; ANSYS Mechanical Enterprise; ANSYS HPC Pack; ANSYS Geometry Interface for Parasolid / Сублицензионный договор с ЗАО «КАДФЕМ Си-Ай-Эс» от 30.03.2019 № 2212-ПО/2019-ПФО о предоставлении на условиях простой (неисключительной) лицензии права программного обеспечения для ЭВМ (срок действия лицензии – бессрочно) (Подписан ректором ФГБОУ ВО «ВГТУ» С.А. Колодяжным и заместителем генерального директора – директором по продажам ЗАО «КАДФЕМ Си-Ай-Эс» А.Б. Аведьяном 30.03.2019)

4. «MATLAB Classroom new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License; - Simulink Classroom new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License; - MathWorks SMS - Software Maintenance Service (per year) / Сублицензионный договор с ЗАО "СофтЛайн Трейд" от 02.07.2015 № 51892/VRN3о предоставлении прав

использования программ для ЭВМ (срок действия лицензии – бессрочно) (Подписан ректором ФГБОУ ВО «ВГТУ» В.Р. Петренко и ЗАО «СофтЛайн Трейд» Р.А. Чикаловым 02.07.2015)

**Перечень бесплатного программного обеспечения**

1. Adobe Acrobat Reader / Freeware / <http://adobe.com/>
2. 7zip / GNU LGPL / <http://7-zip.org/>
3. LibreOffice / GNU GPL, MPL / <http://libreoffice.org>
4. Компас-3D Viewer / Freeware / <http://kompas.ru/>

**Перечен ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

- Техэксперт | Профессиональные справочные системы для руководителей, инженеров и специалистов: тестовый доступ <http://техэксперт.рус/>
- ГОСТ Эксперт – единая база ГОСТов РФ <https://gostexpert.ru/>
- Информационная система нормативной документации «МЕГАНОРМ» <https://meganorm.ru/>
- КонсультантПлюс <https://www.consultant.ru/>

**9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения практических занятий.

## 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: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul> |
| 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

| №<br>п/п | Перечень вносимых изменений | Дата<br>внесения<br>изменений | Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|          |                             |                               |                                                                |
|          |                             |                               |                                                                |
|          |                             |                               |                                                                |
|          |                             |                               |                                                                |
|          |                             |                               |                                                                |

## Лист согласования

|                                        |                                  |            |                     |
|----------------------------------------|----------------------------------|------------|---------------------|
| Автор                                  | Семеновенков Максим Владимирович | Подписано  | 03.09.2026 11:25:06 |
| Заведующий кафедрой                    | Селиванов Владимир Федорович     | Подписано  | 04.09.2026 15:53:09 |
| Руководитель образовательной программы | Селиванов Владимир Федорович     | Подписано  | 07.09.2026 10:43:17 |
| Декан факультета                       | Дроздов Игорь Геннадьевич        | Утверждено | 10.09.2026 9:57:49  |