

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.О.06**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Расчет и автоматизированное проектирование конструкций**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
15.04.01 Машиностроение

направленность (профиль)  
Производство и ремонт сварных конструкций газонефтехимического оборудования

Форма обучения: очная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: 6 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	1	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	8	8
Лабораторные	16	16
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	24,25	24,25
Самостоятельная работа	191,75	191,75
Контроль		
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

Рабочую программу составил(и):  
доцент кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей», к.т.н., Зотов А.В.

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана  
направления подготовки

15.04.01 Машиностроение

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.**

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

---

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_

*(подпись)*

В.В. Ельцов

*(И.О. Фамилия)*

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

---

(протокол заседания № 1 от « 26 » 08 2021 г.)

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов устойчивого комплекса знаний, умений и навыков использования систем конечно-элементного анализа при моделировании напряженно-деформированного состояния конструкции и решения различных инженерных задач, как инструмента профессиональной деятельности и основы для работы в расчетных САПР

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Системный подход к научно-исследовательской работе; Ремонт и упрочнение деталей машин и оборудования.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Технология и оборудование для производства сварных конструкций газонефтехимической отрасли; Системы сертификации и управление качеством в сварочном производстве.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-6 Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности	(ИД-1 опк-6) Использует Интернет-ресурсы для аналитической работы в профессиональной деятельности	Знать: современные системы коммуникации и информационного обеспечения
		Уметь: использовать интернет для получения информации и коммуникации
		Владеть: навыками ориентированного поиска информации в интернет и коммуникации с помощью электронных средств
ОПК-8 Способен подготавливать отзывы и заключения на проекты стандартов, рационализаторские предложения и изобретения в области машиностроения	(ИД-2 опк-8) Готовит заключение и отзывы на проекты документов и стандартов	Знать: принципы разработки заключений и отзывов на проекты документов и стандартов
		Уметь: подготавливать заключение и отзывы на проекты документов и стандартов
		Владеть: навыками формирования заключений и отзывов на проекты документов и стандартов
ОПК-12 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы	(ИД-2 опк-12) Определяет на основе исследований соответствие сварочных и свариваемых материалов, сварочного и	Знать: перечень физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий; перечень

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии	вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента требованиям нормативной и производственно-технологической документации	соответствия требованиям нормативной и производственно-технологической документации
		Уметь: использовать САПР для проверки физико-механических свойств и технологических показателей применяемых материалов, оборудования, оснастки и инструментов
		Владеть: навыками разработки алгоритмов описания в САПР физико-механических свойств и технологических показателей современных материалов; навыками автоматизированного расчета деталей и узлов машин и оборудования.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1	Лек	Технология управления жизненным циклом изделий. Этапы жизненного цикла изделий и автоматизированные системы.	1	2	–	–	Устный опрос
Раздел 1	Лек	Классификация существующих САПР. Отображение результирующей информации в памяти функциональных и обеспечивающих систем. Компоненты САПР. Информационные связи между ними. CAD/CAM/CAE.	1	2	–	–	Устный опрос
Раздел 1	Лек	Линейный статический анализ. Балочные элементы и особенности моделирования. Оболочечные элементы и особенности моделирования. Объемные элементы и особенности моделирования. Специальные элементы (сосредоточенная масса, жесткие связи, сварка, болты).	1	2	–	–	Устный опрос
Раздел 1	Лек	Структура конечно-элементной модели. Создание 2D и 3D сеток. Операции с узлами и элементами. Условия сопряжения сеток. Создание расчетной модели. Нагрузки, степени свободы и объекты симуляции. Подготовка математической модели для расчёта в автоматизированной среде.	1	2	–	–	Устный опрос
Раздел 1	Ср	Этапы жизненного цикла изделий и автоматизированные системы. Компоненты САПР. Информационные связи между ними. CAD/CAM/CAE. Линейный статический анализ. Структура конечно-элементной модели.	1	31,75	–	–	Отчет по самостоятельной работе
Раздел 2	Лаб	Формирование базы данных физико-механических свойств материалов конструкций.	1	4	–	–	Отчет по лабораторной работе
Раздел 2	Ср	Построение диаграмм условных и истинных напряжений. Формирование базы данных физико-механических свойств материалов конструкций с учетом влияния температурных факторов.	1	40	–	–	Отчет по самостоятельной работе
	ПА		1	0,25	–	–	Аттестация по

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
							результатам работы
Раздел 2	Лаб	Подготовка расчетной модели изделия.	1	4	–	–	Отчет по лабораторной работе
Раздел 2	Ср	Моделирование 3D-модели. Генерация сетки конечных элементов разных типов. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции при различных температурных условиях.	1	40	–	–	Отчет по самостоятельной работе
Раздел 2	Лаб	Расчет конструкции пространственной рамы.	1	4	–	–	Отчет по лабораторной работе
Раздел 2	Ср	Моделирование элемента пространственной сварной рамной конструкции. Расчет конструкции с учетом распространения температуры.	1	40	–	–	Отчет по самостоятельной работе
Раздел 2	Лаб	Топологическая оптимизация конструкции.	1	4	–	–	Отчет по лабораторной работе
Раздел 2	Ср	Топологическая оптимизация конструкции с учетом теплового состояния изделия.	1	40	–	–	Отчет по самостоятельной работе
Итого:				<b>216</b>			

## 5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используется технология традиционного обучения (лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента)

Ведущей деятельностью в процессе обучения является учебная деятельность студентов, характеризующаяся действующей системой познавательных процессов, начиная с восприятия информации и заканчивая сложнейшими творческими процессами, способностями общего и частного характера, эмоциональными явлениями, которые мотивируют многие системы учебных действий, а так же общими и частными мотивациями.

Подготовка к занятиям заключается в работе с конспектом лекций по данной теме, в изучении соответствующего раздела учебника или учебно-методического пособия, в просмотре дополнительной литературы. Лабораторная работа выполняется в аудитории, оснащенной персональными компьютерами и необходимым программным обеспечением. Отчет по выполненной работе подготавливается и заполняется студентом самостоятельно.

Для проведения лабораторных работ используются:

- методические рекомендации по выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения;
- программные пакеты.

Промежуточный контроль знаний студентов проводится на основании проведения контрольных опросов при защите лабораторных и самостоятельных работ.

## 6. Методические указания по освоению дисциплины

При работе над разделами дисциплины:

- старайтесь следовать порядку изучения тем, не перескакивайте с темы на тему, не торопитесь, вдумчиво изучите предложенные материалы;
- при изучении тем для наиболее полного понимания описанных вопросов рекомендуется пользоваться всей литературой, приписанной к дисциплине.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	ОПК-6	Лабораторные работы № 1-4 Вопросы к зачету № 1-40
1	ОПК-8	Лабораторные работы № 1-4 Вопросы к зачету № 1-40
1	ОПК-12	Лабораторные работы № 2-4 Вопросы к зачету № 10-14, 21-40

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### Комплект отчетов по лабораторным работам

**Лабораторная работа № 1. «Формирование базы данных физико-механических свойств материалов конструкций»**

#### Форма отчета по лабораторной работе № 1

Цель работы.  
Построение диаграммы условных напряжений.  
Построение диаграммы истинных напряжений.  
Сопоставление диаграмм условных и истинных напряжений.  
Линейная аппроксимация диаграммы деформирования.  
Степенная аппроксимация диаграммы деформирования.  
Формирование базы данных физико-механических свойств материалов.  
Построение диаграммы зависимости физико-механических свойств от температуры.  
Выводы по результатам работы.

При защите преподавателю предъявляются файлы с выполненными построениями.

## **Лабораторная работа № 2. «Подготовка расчетной модели изделия»**

### **Форма отчета по лабораторной работе № 2**

Цель работы.  
Моделирование 3D-модели кронштейна.  
Генерация сетки конечных элементов разных типов.  
Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции при различных температурных условиях.  
Выводы по результатам работы.

При защите преподавателю предъявляются файлы с построенной моделью.

## **Лабораторная работа № 3. «Расчет конструкции пространственной рамы»**

### **Форма отчета по лабораторной работе № 3**

Цель работы.  
Моделирование элемента пространственной сварной рамной конструкции.  
Расчет напряженного состояния с учетом распространения температуры.  
Расчет деформаций конструкции при различных нагрузках.  
Выводы по результатам работы.

При защите преподавателю предъявляются файлы с выполненными расчетами.

## **Лабораторная работа № 4. «Топологическая оптимизация конструкции»**

### **Форма отчета по лабораторной работе № 4**

Цель работы.  
Задание граничных условий.  
Топологическая оптимизация с учетом коэффициента запаса.  
Построение геометрической модели.  
Анализ оптимизированной конструкции.  
Выводы по результатам работы.

При защите преподавателю предъявляются файлы с выполненными расчетами.



**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если работа выполнена в срок, без ошибок и замечаний и успешно защищена;
- оценка «не зачтено» если работа выполнена неверно или с большим количеством замечаний.

**7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины****7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации**Семестр 1

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Технология управления жизненным циклом изделий.
2.	Этапы жизненного цикла изделий и автоматизированные системы.
3.	Перечислите основные компоненты PLM-системы.
4.	Что Вы понимаете под абстрактной моделью?
5.	Перечислите преимущества от внедрения систем PLM.
6.	Дайте общую характеристику автоматизированных систем, используемых на этапах жизненного цикла изделий.
7.	Классификация существующих САПР.
8.	Отображение результирующей информации в памяти функциональных и обеспечивающих систем.
9.	Компоненты САПР. Информационные связи между ними.
10.	CAD/CAM/CAE.
11.	В чем отличие поверхностного моделирования от каркасного?
12.	Какие способы аппроксимации поверхности Вы знаете?
13.	В чем суть параметрического моделирования?
14.	В чем преимущество твердотельного моделирования над поверхностным?
15.	Для чего необходим инженерный анализ?
16.	Место CAE-анализа в автоматизированном проектировании.
17.	Охарактеризуйте метод конечных элементов.
18.	В чем отличие «классических» конечных элементов от «проблемно-ориентированных»?
19.	В чем отличие лагранжевых элементов от эрмитовых?
20.	Препроцессирование, процессирование и постпроцессирование. В чем суть данных понятий?
21.	Перечислите этапы анализа конструкций методом конечных элементов.
22.	Линейный статический анализ.
23.	Балочные элементы и особенности моделирования.
24.	Оболочечные элементы и особенности моделирования.
25.	Объемные элементы и особенности моделирования.
26.	Специальные элементы (сосредоточенная масса, жесткие связи, сварка, болты).
27.	Структура конечно-элементной модели.
28.	Создание 2D и 3D сеток. Операции с узлами и элементами.
29.	Условия сопряжения сеток.
30.	Создание расчетной модели. Нагрузки, степени свободы и объекты симуляции.
31.	Подготовка математической модели для расчёта в автоматизированной среде.
32.	Диаграммы условных и истинных напряжений.
33.	Как влияет температура на физико-механические свойства изделия?

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к зачету</b>
34.	В чем суть линейной аппроксимации диаграммы деформирования?
35.	В чем суть степенной аппроксимации диаграммы деформирования?
36.	Типы конечных элементов.
37.	Как влияет температура на напряженно-деформированное состояние?
38.	В чем суть топологической оптимизации конструкции?
39.	Перечислите этапы топологической оптимизации.
40.	Как проводится анализ оптимизированной конструкции?

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

<b>Семестр</b>	<b>Форма проведения промежуточной аттестации</b>	<b>Критерии и нормы оценки</b>	
1	зачет (устно)	«зачтено»	Полные ответы на все вопросы или незначительные ошибки или неуверенность в ответах.
		«не зачтено»	Ответы на вопросы не сформулированы.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Копылов Ю.Р.	Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения	учебник	2022	ЭБС «Лань»
2	Косенко И.И., Кузнецова Л.В., Николаев А.В.	Проектирование и 3D-моделирование в средах CATIA V5, ANSYS и Dymola 7.3	учебное пособие	2020	ЭБС «ZNANIUM.COM»
3	Белов П.С., Драгина О.Г.	САПР технологических процессов	учебное пособие	2020	ЭБС «IPR Books»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Зотов А.В., Козлов А.А.	Системы автоматизированного проектирования технологических процессов	электрон. учеб.-метод. пособие	2016	Репозиторий ТГУ
2	Берлинер Э.М.	САПР конструктора машиностроителя	учебник	2015	ЭБС «ZNANIUM.COM»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2019 – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004 – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000 – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink [Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: Springer Nature, 1842 – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018 – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	КОМПАС-3D v 18 (Проектирование и конструирование в машиностроении)	Контракт № 1198 от 18.11.2019, срок действия – бессрочно
2	Siemens Digital Industries Software (NXACAD100 + NXACAD101)	Сублицензионный договор № 376 от 24.02.2015, срок действия – бессрочно
3	Siemens Digital Industries Software (TCUACAD100 + TCCACAD105)	Сублицензионный договор № 616 от 26.06.2014, срок действия – бессрочно
4	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acadm	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
5	OfficeStd 2019 RUS OLP NL Acadm	Контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового	Столы ученические двухместные, стулья ученические, ПК, Столы преподавательские, стулья препод, доска аудиторная (меловая)

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
	проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Д-212).	
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Д-301).	Столы ученические одноместные, Столы ученические двухместные, экран, переносной проектор, компьютеры, стулья ученические Столы преподавательские, доска аудиторная (меловая)
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Д-409)	Столы-парты двухместные, стулья, стол преподавательский-, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя, сетевой шкаф