

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

Б1.В.ДВ.02.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы инженерного анализа в системах автоматизированного проектирования

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.03.03 Энергетическое машиностроение

направленность (профиль)
Проектирование гибридных автомобилей

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	8	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции		
Лабораторные	36	36
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	36,25	36,25
Самостоятельная работа	71,75	71,75
Контроль		
Итого	108	108

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

(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

13.03.03 Энергетическое машиностроение

Срок действия рабочей программы дисциплины до «30» августа 2027 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2022 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов устойчивого комплекса знаний об использовании метода конечных элементов для определения напряженно-деформированного состояния конструкции и решения различных инженерных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Инженерная графика», «Системы проектирования. CAD-CAM системы».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Проектирование гибридных автомобилей», «Тюнинг автотранспортных средств».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-6 Способен применять современные системы автоматизированного проектирования и инженерного анализа при разработке автотранспортных средств и их компонентов	ПК-6.1 Применяет современные системы автоматизированного проектирования и инженерного анализа при разработке автотранспортных средств и их компонентов ПК-6.2 Проводит отдельные виды виртуальных испытаний и исследований АТС и их компонентов в специальных программных средах	Знать: методы основы конструкторской проработки и расчета узлов, систем и компонентов автотранспортных средств; способы представления объектов исследования; основные принципы работы прикладного программного обеспечения
		Уметь: моделировать и рассчитывать элементы конструкций и механизмов автотранспортных средств; использовать прикладные программы исследования узлов и систем автотранспортных средств и их компонентов
		Владеть: навыками оптимизации элементов узлов и агрегатов автотранспортных средств с использованием графических, аналитических и численных методов; навыками работы в прикладных программах расчета узлов, агрегатов и систем автотранспортных средств

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	Лаб	Создание 2D и 3D сеток. Операции с узлами и элементами. Условия сопряжения сеток при инженерном анализе.	8	4	–	–	Отчет по лабораторной работе
Раздел 1	Ср	Создание 2D и 3D сеток. Операции с узлами и элементами. Условия сопряжения сеток при инженерном анализе.	8	8,75	–	–	Отчет по самостоятельной работе
Раздел 1	Лаб	Создание расчетной модели в системах автоматизированного проектирования. Нагрузки, степени свободы и объекты симуляции при инженерном анализе.	8	2	–	–	Отчет по лабораторной работе
Раздел 1	Ср	Создание расчетной модели в системах автоматизированного проектирования. Нагрузки, степени свободы и объекты симуляции при инженерном анализе.	8	9	–	–	Отчет по самостоятельной работе
Раздел 1	Лаб	Моделирование кронштейна в системе автоматизированного проектирования и расчет на изгиб в пакете инженерного анализа	8	4	–	–	Отчет по лабораторной работе
Раздел 1	Ср	Моделирование кронштейна в системе автоматизированного проектирования и расчет на изгиб в пакете инженерного анализа	8	9	–	–	Отчет по самостоятельной работе
Раздел 1	Лаб	Моделирование крышки фланца в системе автоматизированного проектирования и расчет на давление в пакете инженерного анализа	8	4	–	–	Отчет по лабораторной работе
Раздел 1	Ср	Моделирование крышки фланца в системе автоматизированного проектирования и расчет на давление в пакете инженерного анализа	8	9	–	–	Отчет по самостоятельной работе
Раздел 1	ПА	Аттестация	8	0,25	–	–	Аттестация по результатам работы
Раздел 1	Лаб	Моделирование фляги в системе автоматизированного проектирования и расчет на внешнее давление в пакете инженерного анализа	8	4	–	–	Отчет по лабораторной работе
Раздел 1	Ср	Моделирование фляги в системе	8	9	–	–	Отчет по

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		автоматизированного проектирования и расчет на внешнее давление в пакете инженерного анализа					самостоятельной работе
Раздел 1	Лаб	Расчет кронштейна на вынужденное перемещение под действием внешних сил	8	6	–	–	Отчет по лабораторной работе
Раздел 1	Ср	Расчет кронштейна на вынужденное перемещение под действием внешних сил	8	9	–	–	Отчет по самостоятельной работе
Раздел 1	Лаб	Моделирование поршня в системе автоматизированного проектирования и расчет на избыточное давление в пакете инженерного анализа	8	6	–	–	Отчет по лабораторной работе
Раздел 1	Ср	Моделирование поршня в системе автоматизированного проектирования и расчет на избыточное давление в пакете инженерного анализа	8	9	–	–	Отчет по самостоятельной работе
Раздел 1	Лаб	Расчет сотовой конструкции на тепловую нагрузку в пакете инженерного анализа	8	6	–	–	Отчет по лабораторной работе
Раздел 1	Ср	Расчет сотовой конструкции на тепловую нагрузку в пакете инженерного анализа	8	9	–	–	Отчет по самостоятельной работе
Итого:				108			

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используется технология традиционного обучения (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.

Подготовка к занятиям заключается 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.

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 и наименование контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
8	<i>Способен применять современные системы автоматизированного проектирования и инженерного анализа при разработке автотранспортных средств и их компонентов (ПК-6)</i>	<i>Лабораторные работы № 1-7</i>
		<i>Вопросы к зачету № 1-40</i>

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

7.2.1. Комплект отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа № 1. «Операции с узлами и элементами. Создание расчетной модели в системах автоматизированного проектирования»

Форма отчета по практической работе № 1

Цель работы.

Создание 2D сетки.

Создание 3D сетки.

Изменение условий сопряжения сеток.

Создание расчетной модели.

Задание нагрузки, степени свободы.

Просмотр и вывод результатов расчета.

Выводы по работе.

Лабораторная работа № 2. «Моделирование кронштейна в системе автоматизированного проектирования и расчет на изгиб в пакете инженерного анализа»

Форма отчета по практической работе № 2

Цель работы.

Создание базы данных.

Импорт геометрии.

Создание сетки конечных элементов.

Задание свойств материалов и элементов.

Задание нагрузки и закрепления.

Просмотр и вывод результатов расчета.

Выводы по работе.

При защите кроме отчета в печатном виде преподавателю предъявляются файлы с готовой моделью и наличием всех вспомогательных построений.

Лабораторная работа № 3. «Моделирование крышки фланца в системе автоматизированного проектирования и расчет на давление в пакете инженерного анализа»

Форма отчета по практической работе № 3

Цель работы.

Создание базы данных.

Импорт геометрии.

Создание сетки конечных элементов.

Задание свойств материалов и элементов.

Задание нагрузки и закрепления.

Просмотр и вывод результатов расчета.

Выводы по работе.

При защите кроме отчета в печатном виде преподавателю предъявляются файлы с готовой моделью и наличием всех вспомогательных построений.

Лабораторная работа № 4. «Моделирование фляги в системе автоматизированного проектирования и расчет на внешнее давление в пакете инженерного анализа»

Форма отчета по практической работе № 4

Цель работы.

Создание базы данных.

Импорт геометрии.

Создание сетки конечных элементов.

Задание свойств материалов и элементов.

Задание нагрузки и закрепления.

Просмотр и вывод результатов расчета.

Выводы по работе.

При защите кроме отчета в печатном виде преподавателю предъявляются файлы с готовой моделью и наличием всех вспомогательных построений.

Лабораторная работа № 5. «Расчет кронштейна на вынужденное перемещение под действием внешних сил»

Форма отчета по практической работе № 5

Цель работы.

Создание базы данных.

Импорт геометрии.

Создание сетки конечных элементов.

Задание свойств материалов и элементов.

Задание нагрузки и закрепления.

Просмотр и вывод результатов расчета.

Выводы по работе.

При защите кроме отчета в печатном виде преподавателю предъявляются файлы с готовой моделью и наличием всех вспомогательных построений.

Лабораторная работа № 6. «Моделирование поршня в системе автоматизированного проектирования и расчет на избыточное давление в пакете инженерного анализа»

Форма отчета по практической работе № 6

Цель работы.

Создание базы данных.

Импорт геометрии.

Создание сетки конечных элементов.

Задание свойств материалов и элементов.

Задание нагрузки и закрепления.

Просмотр и вывод результатов расчета.

Выводы по работе.

При защите кроме отчета в печатном виде преподавателю предъявляются файлы с готовой моделью и наличием всех вспомогательных построений.

Лабораторная работа № 7. «Расчет сотовой конструкции на тепловую нагрузку в пакете инженерного анализа»

Форма отчета по практической работе № 7

Цель работы.

Создание базы данных.

Импорт геометрии.

Создание сетки конечных элементов.

Задание свойств материалов и элементов.

Задание нагрузки и закрепления.

Просмотр и вывод результатов расчета.

Выводы по работе.

При защите кроме отчета в печатном виде преподавателю предъявляются файлы с готовой моделью и наличием всех вспомогательных построений.

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 8

№ п/п	Вопросы к зачету
1	В чем заключается метод конечно-элементного/инженерного анализа?
2	Для чего нужна идеализация объектов расчета при инженерном анализе?
3	Что вы понимаете под триангулированием модели в системах автоматизированного проектирования?
	Какие типы конечных элементов существуют?
4	В чем заключается процедура решения задач с помощью конечно-элементного анализа в системах автоматизированного проектирования?
5	Каковы основные этапы разработки конечно-элементной модели?
6	Какие критерии качества конечно-элементных моделей существуют?
7	Какими методами моделируют конструкции с упругими материалами в системах автоматизированного проектирования?
8	Какими методами моделируют конструкции с упругопластическими материалами в системах автоматизированного проектирования?
9	Какими методами моделируют конструкции с гиперупругими материалами в системах автоматизированного проектирования?
10	Как задают нагрузки в системах инженерного анализа? Граничные условия.
11	Какими методами производят ограничение степеней свободы в системах инженерного анализа? Граничные условия.
12	Что вы понимает под обработкой геометрии для задач конечно-элементного анализа?
13	Какие задачи подходят для решения методом конечно-элементного анализа?
14	Охарактеризуйте функции пост/препроцессоры при проведении инженерного анализа.
15	Как происходит обработка результатов инженерного анализа?
16	Когда используют балочные элементы и в чем особенность их моделирования?
17	Когда используют оболочные элементы и в чем особенность их моделирования?
18	Когда используют объемные элементы и в чем особенность их моделирования?
19	Когда применяют жесткие связи. Примеры реализации в пакете инженерного анализа.
20	Для чего необходимо проводить присвоение свойств материалов в постановке задачи конечно-элементного анализа?
21	Каковы условия выбора типа конечного элемента?
22	Когда используют статические нагрузки? Приведите примеры.
23	Когда используют динамические нагрузки? Приведите примеры.
24	В чем особенность решения задач линейной статики?
25	В чем особенность решения задач нелинейной статики?
26	В чем особенность решения задач по анализу собственных колебаний конструкции?
27	Какие способы идеализации объектов расчета существуют?
28	На какой стадии проводится генерация сети конечных элементов?
29	На какой стадии проводится ограничение степеней свободы узлов конечных элементов?
30	Охарактеризуйте пластическое и хрупкое разрушения?

31	Какими напряжениями вызывается пластическое разрушение?
32	Какими напряжениями вызывается хрупкое разрушение?
33	Как называется конечное число независимых параметров, определенных в узлах конечно-элементной сетки?
34	Какую задачу прикладной механики не позволяет решать метод конечных элементов?
35	Какие конечные элементы используют при моделировании рамной конструкции?
36	Какие напряжения действуют в поперечных сечениях при растяжении и сжатии стержня?
37	Какие напряжения действуют в поперечных сечениях при изгибе стержня?
38	Как происходит импорт и экспорт расчетных моделей?
39	Охарактеризуйте совместимость типов расчетных файлов.
40	Когда применяют сосредоточенную массу при решении задач инженерного анализа? Примеры реализации

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
А	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	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»
2	Копылов Ю. Р.	Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения	учебник	2019	ЭБС "ЛАНЬ"

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	учебно-методическое пособие	2016	Репозиторий ТГУ

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 конструирование машиностроении)	и в 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	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
	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