

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

Моделирование технологических процессов в системах инженерного анализа
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

15.04.01 Машиностроение

направленность (профиль)/специализация

«Системы автоматизированного проектирования в машиностроении»

Форма обучения: очная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: 9 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	8	8
Лабораторные	30	30
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	38,25	38,25
Самостоятельная работа	285,75	285,75
Контроль		
Итого	324	324

Рабочую программу составил(и):

доцент, канд. техн. наук Шенбергер П.Н.

(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 (специальности) 15.04.01 Машиностроение, направленность (профиль): «Системы автоматизированного проектирования в машиностроении»

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

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(протокол заседания № 1 от «03» сентября 2021 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель – способствовать изучению теоретических и практических основ инженерного анализа технологических процессов с помощью комплекса САЕ-программ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Модели материалов в САПР машиностроения», «Анализ объектов и процессов в машиностроении с помощью методов конечных элементов».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (научно-исследовательская работа) 4», «Производственная практика (преддипломная практика)», «Выпускная квалификационная работа».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-6. Способен использовать современные САПР, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности	ИД-1ПК-6. Проектирует в приложениях САПР технологические процессы изготовления изделий вспомогательных, заготовительных и основных отраслей машиностроения	Знать: современные САЕ-системы, их функциональные возможности для расчета сил закрепления; типовые технологические процессы изготовления машиностроительных изделий высокой сложности
		Уметь: использовать САЕ-системы для расчета сил закрепления заготовок и деталей машиностроительных изделий высокой сложности; использовать CAD-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий высокой сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки
		Владеть: навыками расчета с применением CAD-, САЕ-систем требуемых сил закрепления заготовок и деталей машиностроительных изделий высокой сложности
ПК-7. Способен разрабатывать групповые технологические процессы изготовления машиностроительных	ИД-1ПК-7. Проектирует технологические процессы изготовления и сборки изделий в массовом производстве	Знать: основные технологические свойства конструкционных материалов машиностроительных изделий высокой сложности; основные принципы работы в современных САЕ-системах

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
изделий с применением CAD, CAPP-систем		Уметь: выбирать вид, метод получения и основные требования к конструкции исходной заготовки для машиностроительных изделий высокой сложности
		Владеть: навыками расчета основных показателей количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий высокой сложности; вспомогательных показателей количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий высокой сложности
ПК-8. Способен использовать современные системы инженерного анализа, их функциональные возможности для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой	ИД-2ПК-8. Выполняет разработку численных моделей процессов и сеток конечных элементов изделий и сборок машиностроения в различных приложениях САПР. ИД-3ПК-8. Анализирует результаты моделирования процессов в САПР и оформляет научно-исследовательские отчеты и презентации выполненных численных экспериментов.	Знать: виды и причины брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления машиностроительных изделий высокой сложности; методы уменьшения влияния технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления машиностроительных изделий высокой сложности; основные принципы работы в современных CAE-системах; современные CAE-системы, их функциональные возможности для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности
		Уметь: использовать CAE-системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		Владеть: навыками исследований с применением CAD-, CAE-, CAPP-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности

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)
Модуль 1. Введение в инженерный анализ технологических процессов	Лек 1	Цель и задачи курса. Основные понятия и направления развития CAE-анализа технологических процессов. Хронологическая справка. Обзор возможностей CAE-программ. Знакомство с интерфейсом программы DEFORM 2D/3D	3	2	-	2	-
	Сам1	Изучение учебной и научной литературы	3	95,25	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2. Анализ технологических процессов	Лек 2	Формирование проекта расчетной модели. Алгоритмы создания конечно-элементной модели в САЕ-программе. Типы конечно-элементных сеток. Способы проверки конечно-элементной (КЭ) сетки и импортированной геометрии в САЕ-программе. Задание физических свойств КЭ модели. Определение ограничений степеней свободы. Задание нагрузок. Определение параметров контакта. Выполнение расчета. Анализ полученных результатов в постпроцессоре.	3	2	-	2	-
	Сам 2	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам	3	95,25	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб 1	Моделирование нагрева заготовки в печи	3	6	-	-	Отчет по лабораторной работе
	Лаб 2	Расчет операции осадка в CAE-программе. Анализ результатов	3	6	-	-	Отчет по лабораторной работе
Модуль 3. Анализ напряженно-деформированного состояния	Лек 3	Интерполяция сил. Определение параметров контакта. Задание характеристик оборудования. Указание параметров движения для подвижных сборочных единиц. Формирование ограничений для компонентов сборки	3	4	-	4	-
	Сам 3	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам	3	95,25	-	-	-
	Лаб 3	Расчет многооперационного процесса штамповки детали «Рычаг»	3	9	-	-	Отчет по лабораторной работе

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб 4	Расчет многооперационного процесса штамповки детали «Шатун»	3	9	-	-	Отчет по лабораторной работе
Итого:				324			

5. Образовательные технологии

При обучении студентов используются следующие образовательные технологии:

- технология традиционного обучения, которая предполагает традиционную последовательность изучения материала: представление и объяснение преподавателем материала, выполнение лабораторных заданий в группе, а затем индивидуальное самостоятельное изучение;
- технология дифференцированного обучения применяется при выполнении лабораторных работ с использованием метода анализа конкретной задачи, а также в рамках критериального подхода к оцениванию индивидуальных заданий;
- технологии контекстного обучения используются в форме контекстно-информационных лекций и технологии проблемного обучения с применением методов решения конкретных ситуационных задач;
- интерактивные технологии используются на лекционных, практических занятиях в ходе обсуждения результатов деятельности, дискуссий при выполнении заданий проблемного характера;
- информационные технологии: все виды занятий проводятся в центре автоматизированного проектирования кафедры «СОМДиРП» с использованием компьютеров, лицензионного программного обеспечения, мультимедийного оборудования.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Работа по курсу предполагает следующие формы занятий: лабораторные занятия, внеаудиторные занятия.

Лабораторные занятия проводятся в оборудованных компьютерных классах с предоставлением каждому студенту персонального рабочего места. На занятиях студенты выполняют лабораторные задания по вариантам с использованием методических указаний по выполнению работ. По каждому заданию предусмотрено оформление отчета по работе с последующим собеседованием с преподавателем, в процессе которого студент должен ответить на вопросы по ходу выполнения заданий и полученным результатам.

Внеаудиторные занятия являются важной частью работы студента. Студенты самостоятельно работают с теоретическими материалами, изучение которых предусмотрено программой обучения.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ПК-6. Способен использовать современные САПР, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности	Отчет по лабораторной работе № 1-4
3	ПК-7. Способен разрабатывать групповые технологические процессы изготовления машиностроительных изделий с применением САД, САРР-систем	Отчет по лабораторной работе № 1-4
3	ПК-8. Способен использовать современные системы инженерного анализа, их функциональные возможности для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических	Отчет по лабораторной работе № 1-4

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
	процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности	

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

7.2.1. Лабораторные работы

Форма отчета по лабораторным работам №1-4

- цель и задачи расчета;
- входные данные расчета;
- скриншот конечно-элементной модели;
- скриншоты с результатами расчета (полями распределения параметров, графиками);
- выводы.

Требования к оформлению

Отчет по лабораторным работам оформляется в соответствии с ГОСТ на техническую документацию (формат А4). Оформляется только с помощью компьютера.

Процедура оценивания

По результатам лабораторной работы оформляется отчет и предъявляется преподавателю для защиты.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если созданная компьютерная симуляция выдает решение. Допускаются незначительные погрешности. Допускаются 2 полные ошибки;
- оценка «не зачтено» созданная компьютерная симуляция не выдает решения или выполнена с грубыми погрешностями. Количество полных ошибок – более 2.

7.3.Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр _____ 3 _____

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Методы инженерного анализа (преимущества и недостатки)
2.	CAE (<i>Computer-Aided Engineering</i>) анализ (определение, этапы проведения)
3.	Модель инженерного расчета (определение, предварительный анализ, примеры моделей и вводимых допущений)
4.	Аналитические и численные методы расчета
5.	Метод конечных разностей и граничных (интегральных) уравнений
6.	Метод конечных элементов
7.	Линейные и параболические конечные элементы
8.	Граничные условия модели
9.	Основные группы программ инженерного анализа
10.	Показатели проверки геометрии конечных элементов
11.	Основные этапы автоматизированного проектирования объемной штамповки на примере работы в DEFORM
12.	Автоматизированное проектирование процессов объемной штамповки на примере программного продукта DEFORM (определение, назначение, типы моделируемых процессов)
13.	Абсолютная конечно-элементная сетка
14.	Относительная конечно-элементная сетка
15.	Отличия абсолютной конечно-элементной сетки от относительной
16.	В чем заключается метод конечных элементов в процессах ОМД?
17.	Что такое CAE-анализ ОМД?
18.	Приведите примеры численных методов расчета
19.	Назовите достоинства и недостатки метода конечных элементов?
20.	Что такое файл-рестарта?
21.	Перечислите факторы, влияющие на точность проведения CAE-анализа
22.	Приведите примеры типов конечных элементов?
23.	Приведите примеры задач, решаемых в DEFORM?
25.	Задание движения для компонентов.
26.	Задание усилия для компонентов.
28.	Создание контактов между объектами задачи.
29.	Импорт результатов расчета. Создание необходимой геометрии для последующих операций. Особенности импортирования.
30.	Приведите примеры вводимых допущений в DEFORM?
31.	Для каких целей служат пре- и постпроцессоры в DEFORM?
32.	Назовите виды конечно-элементной сетки
33.	Назовите параметры, необходимые для создания конечно-элементной сетки?

№ п/п	Вопросы к зачету
35	Импорт результатов расчета. Создание необходимой геометрии для последующих операций. Особенности импортирования
36	Приведите примеры вводимых допущений в DEFORM?
37	Для каких целей служат пре- и постпроцессоры в DEFORM?
38	Назовите виды конечно-элементной сетки
39	Назовите параметры, необходимые для создания конечно-элементной сетки?
40	Принципы увеличения точности численных расчетов

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	Зачет в устной форме	«зачтено»	оценка «зачтено» выставляется, если студентом дан полный и развернутый ответ на устный вопрос из списка вопросов для зачета
		«не зачтено»	оценка «не зачтено», если в ответе на устный вопрос из списка вопросов для зачета студентом допущены грубые ошибки

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	Божко А.Н., Волосатова Т.М., Грошев С.В. и др.	Основы автоматизированного проектирования	Учебник	2020	ЭБС "ZNANIUM.CO M"
2	Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М.	Численные методы	Учебник	2020	ЭБС "IPRbooks"
3	Белов П.С., Драгина О.Г.	Системы автоматизированного проектирования технологических процессов	Учебное пособие	2020	ЭБС "IPRbooks"

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	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia : Clarivate Analytics , 2016– . – 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.
- САПР и графика [Электронный ресурс]: многопредмет. науч. журн. — Электрон. журн. — Москва: ООО КомпьютерПресс. — Режим доступа к журн.: <http://www.sapr.ru/>.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acadmс	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	Siemens Digital Industries Software (NXACAD100 + NXACAD101)	сублицензионный договор № 376 от 24.02.2015, 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 проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Е-406)	Доска передвижная, Столы компьютерные, Стулья, Системные блоки, Мониторы, Координатно-измерительный манипулятор «Micro Scribe 3D», Принтер “HP” LaserJet 1010. Экран для проектора, настенный, Проектор, Сейф, Программное обеспечение: Siemens NX9.0 – 15 точек доступа, Аскон Компас 3D – 15 точек доступа, Delcam PowerMill – 15. точек доступа, Delcam PowerInspect – 15 точек доступа, Delcam PowerShape – 15. точек доступа, MicrosoftOffice – 15. точек доступа, Autoform 4.2 - 5. точек доступа,

№ 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
		LS-DYNA- 10 точек доступа, DEFORM - 10 точек доступа, Matlab - 5 точек доступа, TeamCenter Siemens PLM Software - 10 точек доступа, TEBIS- 10 точек доступа
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 (Г-404)	Доска аудиторная (меловая), Столы компьютерные, Столы для заседаний, стулья, Системные блоки, Мониторы, Принтер “HP” LaserJet 1010. Экран для проектора настенный, Проектор, Шкаф книжный, Программное обеспечение: Siemens NX9.0 – 17 точек доступа, Аскон Компас 3D – 17 точек доступа, Delcam PowerShape – 15 точек доступа, Microsoft Office – 17 точек доступа, CATIA – 7 точек доступа, TeamCenter Siemens PLM Software
3.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
4.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-508)	Доска аудиторная (меловая), столы ученические, стол преподавательский, стулья, стенды, шкафы