

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

Б1.В.ДВ.02.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инженерный анализ процессов машиностроения
(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 получению знаний и формированию профессиональных компетенций в области теоретических и практических основ систем САЕ, а также моделирования объектов и процессов машиностроения на основе современных прикладных комплексов САПР.

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	ИД-1ПК-7. Проектирует технологические процессы изготовления и	Знать: основные технологические свойства конструкционных материалов машиностроительных изделий высокой сложности;

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
процессы изготовления машиностроительных изделий с применением CAD, CAPP-систем	сборки изделий в массовом производстве	основные принципы работы в современных САЕ-системах
		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 САЕ-системах; современные САЕ-системы, их функциональные возможности для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности
		Уметь: использовать САЕ-системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		машиностроительных изделий высокой сложности
		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. Обзор возможностей решателя LS-Dyna. Содержание выходного k-файла. Хронологическая справка. Знакомство с интерфейсом программы LS-PREPOST	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. Формирование конечно- элементной и расчетной моделей	Лек 2	Инструменты проверки импортированной геометрии. Типы конечных элементов, используемые в LS-PREPOST. Проверка конечно-элементной модели. Контактные взаимодействия. Ограничения степеней свободы. Параметры симуляции. Типы материалов. Запуск расчета. Анализ результатов	3	2	-	2	-
	Сам 2	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам	3	95,25	-	-	-
	Лаб 1	Формирование конечно-элементной модели для задачи контактного взаимодействия моделей	3	6	-	-	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 2	Формирование расчетной модели для контактного взаимодействия моделей. Анализ результатов	3	6	-	-	Отчет по лабораторной работе
Модуль 3. Создание расчетной модели	Лек 3	Особенности проведения типовых конечно-элементных расчетов	3	4	-	4	-
	Сам 3	Изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторным работам	3	95,25	-	-	-
	Лаб 3	Моделирование процессов разрушения	3	9	-	-	Отчет по лабораторной работе
	Лаб 4	Численный расчет технологических процессов с материалами, сформированными пользователями	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 CAD, САПР-систем	Отчет по лабораторной работе № 1-4
3	ПК-8. Способен использовать современные системы инженерного анализа, их функциональные возможности для моделирования физических	Отчет по лабораторной работе № 1-4

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
	явлений, возникающих при реализации технологических 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.	Метод конечных элементов. Суть метода. Назначение. Примеры использования
2.	САЕ-анализ. Назначение, примеры
3.	Численные методы расчета. Преимущества, недостатки
4.	Расчетная конечно-элементная модель. Назначение. Входные параметры
5.	Достоинства и недостатки метода конечных элементов. Суть метода
6.	Файл-рестарта. Назначение. Применение
7.	Факторы, влияющие на точность проведения САЕ-анализа
8.	Типы конечных элементов. Характеристики
9.	Описание типовых модулей, используемых при расчетах методом конечных элементов
10.	Назначение препроцессора
11.	Допущения при выполнении САЕ-анализа. Примеры
12.	Назначение пре- и постпроцессоров
13.	Виды конечно-элементной сетки
14.	Ограничения формы и размеров конечных элементов. Примеры
15.	Назначение постпроцессора
16.	Особенности программы-решателя LS-Dyna
17.	Задание ограничений перемещения и вращения в к-файле
18.	Задание свойств материалов в LS-Dyna
19.	Задание толщины заготовки для оболочечных элементов
20.	Использование компонентов в к-файле
21.	Объединение существующих свойств с системе с необходимыми слоями
22.	Автоматическое построение недостающих инструментов. Случаи применения
23.	Этапы формирования расчетной конечно-элементной модели в LS-PREPOST
25.	Способы формирования конечно-элементной сетки в LS-PREPOST
26.	Параметры симуляции в LS-PREPOST
28.	Параметры проверки конечно-элементной сетки
29.	Принципы увеличения точности численных расчетов
30.	Адаптивное перестроение конечно-элементной сетки
31.	Задание граничных условий в LS-PREPOST
32.	Файлы рестарта
33.	Способы визуализации результатов расчета в LS-PREPOST
35.	Мастер-процесс для моделирования процессов листовой штамповки в LS-PREPOST
36.	Задание движения для компонентов. Назначение параметров start time, termination.
37.	Задание усилия для компонентов. Назначение параметра birth time.
38.	Создание контактов между объектами.
39.	Запуск расчета. Файл dynain и его назначение.
40.	Импорт результатов расчета. Создание необходимой геометрии для последующих операций. Особенности импортирования.

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.
- Сайт производителя программного продукта LS-DYNA – Livermore Software Technology Corporation: <http://www.lstc.com/>.
- 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	LS PREPOST	Предоставлено бесплатно, срок действия – бессрочно
2	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Academic	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
3	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, 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

№ 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
		доступа, MicrosoftOffice – 15. точек доступа, Autoform 4.2 - 5. точек доступа, 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