

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.10.02
(шифр дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инженерный анализ процессов ОМД в системах САЕ

по направлению подготовки (специальности)
15.03.01 Машиностроение

Современные технологические процессы изготовления деталей в машиностроении

Форма обучения: очная

Год набора: 2017

Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

Количество ЗЕТ	3											
Часов по РУП	108											
Виды контроля в семестрах:	Экзамены			Зачеты			Курсовые проекты		Курсовые работы		Контрольные работы (для заочной формы обучения)	
				7								
	№№ семестров											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Итого
ЗЕТ по семестрам							3					3
Лекции							16					16
Лабораторные							32					32
Практические												
Контактная работа							48					48
Сам. работа							60					60
Контроль												
Итого							108					108

Тольятти, 2017

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 15.03.01 Машиностроение

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры «СОМДиРП» (протокол заседания № _____ г.).



Рецензент

(должность, ученое звание, степень)

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Срок действия рабочей программы дисциплины до _____ г.

Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО

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

«__» _____ 20__ г.

В.В. Ельцов

УТВЕРЖДАЮ

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

«__» _____ 20__ г.

В.В. Ельцов

АННОТАЦИЯ
дисциплины (учебного курса)
Б1.В.ДВ.10.02 Инженерный анализ процессов ОМД в системах САЕ

1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)

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

Задачи:

1. Ознакомить студентов с концепцией и подходами формирования конечно-элементной модели.
2. Обучить принципам формирования расчетных САЕ-моделей.
3. Развить способность анализа полученных результатов, а также формирования отчетов с помощью инструментов постпроцессора.

2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть, дисциплины по выбору).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина – «Основы САПР», «САПР в ОМД», «Основы конструирования штамповой оснастки 1».

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины – «САПР процессов и оснастки в ОМД», а также для курсов САПР специальности ОМД.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые и контролируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
-способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств (ПК-12)	Знать: основные понятия, относящиеся к САЕ моделированию
	Уметь: формировать отчетную документацию по проведенному анализу
	Владеть: навыками работы в постпроцессоре
- умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения (ПК-17)	Знать: принципы работы и инструменты САЕ-приложений
	Уметь: использовать приемы и методы САЕ-анализа в своей практической деятельности
	Владеть: навыками работы с инструментами решателя и препроцессора

Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Раздел 1. Введение в инженерный анализ технологических процессов ОМД	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.
Раздел 2. Формирование конечно-элементной модели	Численные методы анализа. Метод конечных элементов. Типы конечных элементов. Алгоритмы создания конечно-элементной модели. Способы проверки конечно-элементной (КЭ) сетки в CAE-программе. Редактирование КЭ модели. Задание физических свойств КЭ модели.
Раздел 3. Создание расчетной модели	Формирование проекта расчетной модели. Выбор способа решения. Определение ограничений степеней свободы. Задание нагрузок. Определение параметров контакта. Выполнение расчета. Анализ пружинения. Моделирование операций, таких как вытяжка, формовка, калибровка, отбортовка, гибка и т.д. Анализ полученных результатов в постпроцессоре. Подготовка отчетной документации.

Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 3 ЗЕТ.

4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса) «Инженерный анализ процессов ОМД в системах САЕ»

Семестр изучения **7**

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально-технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)	Рекомендуемая литература (№)	
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах				формы организации самостоятельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
Раздел 1. Введение в инженерный анализ процессов ОМД	1.1. Цель и задачи курса. Обзор возможностей решателя LS-Dyna. Хронологическая справка. Знакомство с интерфейсом программы LS-PREPOST.	4					4	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы	Мультимедийное оборудование, наглядный и раздаточный материал.	1-7	
	1.2. Формирование кода к-файла с помощью ключевых слов. Сводка обычно используемых опций. Модели материалов.	4					8	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы	Мультимедийное оборудование, наглядный и раздаточный материал.	1-7	
Раздел 2. Формирование конечно-элементной и расчетной моделей	2.1. 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.	4					8	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы	Мультимедийное оборудование, наглядный и раздаточный материал.	1-7	
	2.2. Лабораторная работа №1. Расчет пружинения материала.		8		4	Работа в группах, компьютерное моделирование процессов в автоматизированном центре, обсуждение результатов деятельности	8	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы. Подготовка отчета по лабораторной работе	Методические указания к лабораторным работам, программное обеспечение, компьютер	1-7	
	2.3. Лабораторная работа №2. Гравитационный анализ		8		4	Работа в группах, компьютерное моделирование процессов в автоматизированном центре, обсуждение результатов деятельности	8	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы. Подготовка отчета по лабораторной работе	Методические указания к лабораторным работам, программное обеспечение, компьютер	1-7	

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего кон- троля (наименование оценочного средства)	Рекомендуемая литература (№)	
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерак- тивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практиче- ских занятий, методы обуче- ния, реализующие приме- няемую образовательную технологию	в часах				формы организации самостоятельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
Раздел 3. Инже- нерный анализ процессов ОМД	3.1. Работа с инструментами приложения Metal Forming (LS-PREPOST). Параметры расчета, относящиеся к обра- ботке металлов давлением. Особенности формирования расчетной модели. Инстру- менты анализа результатов.	4					8	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы	Мультимедийное обору- дование, наглядный и раздаточный материал.	1-7	
	3.7. Лабораторная работа №3. Анализ формообразующей операции		8		4	Работа в группах, компьютер- ное моделирование процессов в автоматизированном центре, обсуждение результатов дея- тельности	8	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы. Подго- товка отчета по лабо- раторной работе	Методические указания к лабораторным работам, программное обеспече- ние, компьютер	1-7	
	3.8. Лабораторная работа №4. Анализ операции вытяжка с использованием тормозных ребер		8		4	Работа в группах, компьютер- ное моделирование процессов в автоматизированном центре, обсуждение результатов дея- тельности	8	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы. Подго- товка отчета по лабо- раторной работе	Методические указания к лабораторным работам, программное обеспече- ние, компьютер	1-7	
Итого:		16	32		16		60				
		48									
		108									

5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки
Отчет по лаб. работам № 1-4.	-	«зачтено»: созданная компьютерная симуляция выдает решение. Допускаются незначительные погрешности. Допускаются 2 полные ошибки.
		«не зачтено»: созданная компьютерная симуляция не выдает решения или выполнена с грубыми погрешностями. Количество полных ошибок – более 2.

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
зачет, 7 семестр (устно)	Выполнение 4 лабораторных работ с оценкой «зачтено»	«зачтено»	Полный и развернутый ответ на устный вопрос из списка вопросов для зачета.
		«не зачтено»	В ответе на устный вопрос из списка вопросов для зачета допущены грубые ошибки.

6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

Курсовая работа (проект) не предусмотрены учебным планом.

7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

Письменные работы не предусмотрены.

8. Вопросы к зачету

№ п/п	Вопросы
1.	В чем заключается метод конечных элементов?
2.	Что такое САЕ-анализ?
3.	Приведите примеры численных методов расчета
4.	Что такое расчетная конечно-элементная модель?
5.	Назовите достоинства и недостатки метода конечных элементов?
6.	Что такое файл-рестарта?
7.	Перечислите факторы, влияющие на точность проведения САЕ-анализа
8.	Приведите примеры типов конечных элементов?
9.	Описание основных модулей, используемых при расчетах процессов ОМД.
10.	Назначение препроцессора.
11.	Приведите примеры вводимых допущений при выполнении САЕ-анализа?
12.	Для каких целей служат пре- и постпроцессоры?
13.	Назовите виды конечно-элементной сетки
14.	Назовите ограничения формы и размеров конечных элементов?
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.	Задание движения для компонентов. Назначение параметров start time, termination.
24.	Задание усилия для компонентов. Назначение параметра birth time.
25.	Создание контактов между объектами.
26.	Запуск расчета. Файл dynain и его назначение.
27.	Импорт результатов расчета. Создание необходимой геометрии для последующих операций. Особенности импортирования.
28.	Контроль расчета с помощью ключевых слов.
29.	Контроль основных входных параметров расчета в картах LS-Dyna.
30.	Основные контролируемые параметры в постпроцессоре LS-PREPOST.
31.	Этапы формирования расчетной конечно-элементной модели в LS-PREPOST
32.	Способы формирования конечно-элементной сетки в LS-PREPOST

33.	Параметры симуляции в LS-PREPOST
34.	Параметры проверки конечно-элементной сетки
35.	Принципы увеличения точности численных расчетов
36.	Адаптивное перестроение конечно-элементной сетки
37.	Задание граничных условий в LS-PREPOST
38.	Файлы рестарта
39.	Способы визуализации результатов расчета в LS-PREPOST
40.	Мастер-процесс для моделирования процессов листовой штамповки в LS-PREPOST

9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

9.1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение в инженерный анализ процессов ОМД	ПК-12, 17	Отчет по лабораторной работе
2	Формирование конечно-элементной и расчетной моделей	ПК-12, 17	Отчет по лабораторной работе
3	Инженерный анализ процессов ОМД	ПК-12, 17	Отчет по лабораторной работе

9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

9.2.1. Отчет по лабораторной работе

1. Тема: «Анализ формообразующей операции».

2. Цель работы: приобрести навыки моделирования и анализа операции вытяжка в программах LS-Dyna и LS-PREPOST.

3. Порядок проведения лабораторной работы:

1. Импортировать геометрию заготовки и инструмента в препроцессор.
2. Сформировать конечно-элементные модели объектов расчета.
3. Назначить физические свойства для заготовки и инструмента.
4. Задать параметры движения объектов.
5. Внести граничные условия.
6. Указать параметры расчета.

7. Выполнить расчет с помощью решателя LS-Dyna.
8. Провести анализ результатов инструментами постпроцессора LS-PREPOST.

3. Содержание работы:

- цель и задачи расчета;
- входные данные расчета;
- скриншот конечно-элементной модели;
- скриншот распределения напряжений в модели;
- график зависимости силы операции от величины хода инструмента;
- FLD-диаграмма;
- скриншот утонения материала;
- скриншот опасных зон в модели детали;
- выводы.

4. Вопросы для защиты:

1. Опишите алгоритм формирования расчетной модели при выполнении анализа операции «Вытяжка».
2. Как определяется размер шага расчета при выполнении анализа?
3. По какой причине используется только часть модели?
4. Назовите параметры анализа полученной геометрии детали.

5. Критерии оценки по каждой лабораторной работе:

- 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.

10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)

При реализации учебных курсов дисциплины используются следующие 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 (разделы 1-3).
- технология дифференцированного обучения применяется при выполнении лабораторных работ с использованием метода анализа конкретной проектной ситуации, а также в рамках критериального подхода к оцениванию индивидуальных заданий (лабораторные работы 1-4);

- интерактивные технологии используются при выполнении лабораторных работ в ходе обсуждения результатов работы, дискуссий при выполнении заданий проблемного характера (разделы 1-3);

- информационные технологии: все виды занятий проводятся в центре автоматизированного проектирования кафедры «СОМДиРП» с использованием компьютеров, лицензионного программного обеспечения, мультимедийного оборудования (разделы 1-3).

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

11.1. Обязательная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1.	Акулович Л. М. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. М. Акулович, В. К. Шелег. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2016. - 488 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-985-475-484-0. - ISBN 978-5-16-009917-0.	Учебное пособие	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2.	Компьютерная графика в САПР [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. В. Приемышев [и др.]. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 196 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2284-5.	Учебное пособие	ЭБС "Лань"
3.	Основы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс] : учебник / под ред. А. П. Карпенко. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 329 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010213-9.	Учебник	ЭБС "ZNANIUM.COM"
4.	Берлинер Э. М. САПР технолога машиностроителя [Электронный ресурс] : учебник / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва : Форум : ИНФРА-М, 2015. - 336 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-00091-043-6.	Учебник	ЭБС "ZNANIUM.COM"

11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видео-пособия и др.)

- фонд научной библиотеки ТГУ:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видео-пособия и др.)	Количество в библиотеке
5.	Почекуев Е. Н. Проектирование в SIEMENS NX технологических процессов изготовления деталей листовой штамповкой [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Е. Н. Почекуев, П. А. Путеев, П. Н. Шенбергер ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 230 с. : ил. - Библиогр.: с. 228. - ISBN 978-5-8259-0766-6	Электронное учебно-методическое пособие	Репозиторий ТГУ
5.	Шенбергер П. Н. Инженерный анализ процессов обработки металлов давлением в системах CAE (Computer Aided Engineering) : учеб.-метод. пособие / П. Н. Шенбергер, И. Ш. Сайфуллин ; ТГУ ; Автомех. ин-т ; каф. "Компьютерные технологии и обработка материалов давлением". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2009. - 62 с. : ил. - Библиогр.: с. 62. - 15-12.	Учебно-методическое пособие	94

- другие фонды: не предусмотрены.

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видео-пособия и др.)	Место хранения (методический кабинет кафедры, городские библиотеки и др.)

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

«__» _____ 20__ г.

МП

_____ А.М. Асаева

11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

- 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/>.

11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1.	LS-DYNA	10	Договор от 09.01.2008, бессрочный
2.	LS_PREPOST	Неограниченно	Предоставлено бесплатно, бессрочный
3	Windows		(Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно);
4	Office Standart		(Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

11.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
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	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,	445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 16в Учебно-лабораторный корпус (корпус Е), Е-404	51,1	27

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-404)	MicrosoftOffice –17 точек доступа, CATIA – 7 точек доступа, TeamCenter Siemens PLM Software			
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. (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, LS-DYNA- 10 точек доступа,DEFORM - 10 точек доступа,Matlab - 5 точек доступа,TeamCenter Siemens PLM Software -10 точек доступа,TEBIS- 10 точек доступа	445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 16в Учебно-лабораторный корпус (корпус Е), Е-406	52,4	15
3	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования	Стол�ы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет.	445020 Самарская обл. г.Тольятти, ул.Белорусская, 14, позиция по ТП №48, 4 этаж (Г-401)	4,8	6

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	(выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Г-401)				