

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

CAD/CAM/CAE СИСТЕМЫ

Направление подготовки «15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»

Направленность «Технология машиностроения»

Квалификация выпускника: бакалавр

**Кострома
2023**

Рабочая программа дисциплины «CAD/CAM/CAE системы» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (уровень бакалавриата), от 17 августа 2020 №1044.

Разработал: _____ Померанцев М.А., старший преподаватель
подпись

Рецензент: _____ Киселев М.В., профессор, д.т.н.
подпись

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры технологии машиностроения

Протокол заседания кафедры № 6 от 20.04.2023 г.

Заведующий кафедрой

Петровский В.С., д.т.н., профессор

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины – формирование у обучающихся способности и готовности решать проектно-конструкторские и научно-исследовательские задачи при автоматизированном проектировании изделий машиностроения (режущего инструмента, оснастки, станочного оборудования), а также задачи автоматизированной разработки управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием современных информационных технологий, и вычислительной техники.

Задачи дисциплины:

- сформировать у обучающихся способность участвовать в разработке изделий машиностроения и управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием современных информационных технологий и вычислительной техники.

- сформировать у обучающихся способность участвовать в организации процессов автоматизированной разработки и изготовления изделий машиностроения, а также осуществлять выбор программных средств для автоматизации проектирования, оформления проектно-конструкторской документации и подготовки производства изделий машиностроения.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: методы и средства автоматизации проектирования, оформления проектно-конструкторской документации и разработки управляющих программ для станков с ЧПУ; тенденции развития компьютерной графики, ее роль и значение в инженерных системах и прикладных программах; общие требования к автоматизированным системам проектирования.

Уметь: проводить обоснованный выбор и комплексирование средств компьютерной графики; пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства.

Владеть: навыками применения стандартных программных средств в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств; навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов; навыками работы с программными системами для математического и имитационного моделирования; навыками самостоятельного использования произвольных программных средств автоматизации проектирования.

освоить компетенции:

ОПК-9. Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО.

Дисциплина Б1.О.29 «CAD/CAM/CAE системы» относится к вариативной части

учебного плана. Изучается в 3-6 семестрах обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах: «Высшая математика», «Информатика», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Материаловедение», «Процессы и операции формообразования», «Технологические процессы в машиностроении».

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин: «Проектирование инструментов», «Металлорежущие станки», «Программирование станков с ЧПУ», «Технологическая оснастка», «Технологическая подготовка производства», «Оптимизационные методы в машиностроении».

4. Объем дисциплины (модуля).

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы.

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	9
Общая трудоемкость в часах	324
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	136
Лекции	-
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	136
Самостоятельная работа в часах	224
Форма промежуточной аттестации	

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося.

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	-
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	136
Консультации	-
Зачет/зачеты	1
Экзамен/экзамены	-
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	4
Всего	141

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий.

5.1 Тематический план учебной дисциплины.

Для очной формы обучения

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1.	Раздел 1. Моделирование конструкций в современных САД-системах.	5/180			68	112
1.1	Основы 3d-моделирования деталей и создания конструкторской документации в современных САД-системах.	2/72			34	38
1.2	Моделирование сборок и создание сборочных чертежей в современных САД-системах.	1,5/54			16	38
1.3	Создание в 3d моделях уравнений, параметров и таблиц семейства.	0,67/24			8	16
1.4	Создание геометрических элементов сложных форм в современных САД-системах.	0,83/30			10	20
2.	Раздел 2. Инженерные расчеты в современных САЕ-системах.	2/72			34	38
2.1	Основы инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость.	0,72/26			12	14
2.2	Основы инженерных тепловых расчетов конструкций.	0,56/20			10	10
2.3	Специальные виды расчетов конструкций.	0,72/26			12	14
3.	Моделирование обработки на станках с ЧПУ в современных САМ-системах	3/108			34	74
3.1	Создание моделей обработки на станках с ЧПУ.	1/36			10	26
3.2	Моделирование 3х-осевой фрезерной обработки.	2/72			24	48
	Итого:	10/360			136	224

Для заочной формы обучения.

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1.	Раздел 1. Моделирование конструкций в современных САД-системах.	6/216	8		14	182
1.1	Основы 3d-моделирования деталей и создания	1,89/68	4		6	58

	конструкторской документации в современных САД-системах.					
	Форма промежуточной аттестации	0,11/4				
1.2	Моделирование сборок и создание сборочных чертежей в современных САД-системах.	1,89/68	2		4	62
	Форма промежуточной аттестации	0,11/4				
1.3	Создание в 3d моделях уравнений, параметров и таблиц семейства.	0,89/32	1		2	29
1.4	Создание геометрических элементов сложных форм в современных САД-системах.	1/36	1		2	33
	Форма промежуточной аттестации	0,11/4				
2.	Раздел 2. Инженерные расчеты в современных САЕ-системах.	2/72	2		4	62
2.1	Основы инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость.	1/36	1		2	33
2.2	Основы инженерных тепловых расчетов конструкций.	0,89/32	1		2	29
	Форма промежуточной аттестации	0,11/4				
3.	Моделирование обработки на станках с ЧПУ в современных САМ-системах	2/72	2		4	62
3.1	Создание моделей обработки на станках с ЧПУ.	0,89/32	1		2	29
3.2	Моделирование 3х-осевой фрезерной обработки.	1/36	1		2	33
	Форма промежуточной аттестации	0,11/4				
	Итого:	10/360	12		22	306

5.2. Содержание:

№ п/п	Название раздела, темы	Содержание темы
1	Основы 3d-моделирования деталей и создания конструкторской документации в современных САД-системах.	Введение. Концепция современных САД/САМ/САЕ-систем. Плоский эскиз, как основа создания 3d-моделей. Простейшие 3d-элементы на основе эскиза – «Вытягивание», «Вращение», «Ребро». Безэскизные элементы. Элементы опорной геометрии. Редактирование и управление моделями. Средства повышения производительности моделирования. Создание чертежей деталей.
2	Моделирование сборок и создание сборочных чертежей в современных	Создание 3d-моделей сборок на основе жестких привязок, создание подвижных 3d-сборок, моделирование механизмов. Средства повышения производительности сборочного процесса – создание

	CAD-системах.	интерфейсов компонентов и использование гибких компонентов. Создание сборочных чертежей и оформление спецификаций.
3	Создание в 3d моделях уравнений, параметров и таблиц семейства.	Основы параметризации 3d-моделей. Подготовка модели к созданию таблицы семейства. Создание уравнений в 3d-моделях. Добавление в модель неграфической информации (параметров). Создание таблиц семейства в 3d-моделях деталей и сборок.
4	Создание геометрических элементов сложных форм в современных CAD-системах	Создание 3d-элементов сложной формы на основе эскиза – протягивания переменного сечения и плавного сопряжения, создание спиральных протягиваний. Создание сложных траекторий протягивания на основе эскиза и массива точек. Моделирование резьбовых деталей. Средства создания поверхностной 3d-геометрии, редактирование поверхностей, создание твердотельной геометрии на основе поверхностных моделей.
5	Основы инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость в современных CAE-системах.	Введение в процесс инженерного расчета в CAE-системах. Основы метода конечных элементов. Р-вариант метода конечных элементов. Средства обработки и представления результатов расчета. Подготовка 3d-моделей к расчету, идеализация моделей. Моделирование материалов. Создание расчетных элементов. Задание нагрузок при расчетах на прочность и жесткость. Задание ограничений перемещения точек моделей. Создание и настройка конечноэлементной сетки. Настройка выполнения расчета.
6	Основы инженерных тепловых расчетов конструкций в современных CAE-системах.	Введение в процесс теплового инженерного расчета. Задание тепловых свойств материалов. Задание тепловых нагрузок. Задание тепловых граничных условий. Настройка теплового расчета. Использование результатов теплового расчета при расчетах на прочность и жесткость.
7	Специальные виды расчетов конструкций в современных CAE-системах.	Контактный анализ, анализ переходных процессов, анализ больших деформаций, динамический временной анализ, динамический частотный анализ, расчет механизмов.
8	Основы моделирования 3х-осевой фрезерной обработки в современных САМ-системах	Введение в процесс моделирования механической обработки. Задание параметров станков. Добавление приспособлений. Создание и настройка операций обработки. Добавление ссылочных моделей и заготовок. Задание параметров обработки. Задание параметров фрезерных инструментов. Вывод программ для станков с ЧПУ. Создание переходов торцового фрезерования. Создание переходов фрезерования профиля. Создание переходов обработки объема. Создание переходов обработки отверстий. Создание простейших переходов 3-х осевого фрезерования поверхностей. Создание простейших переходов фрезерования по заданной траектории.
9	Основы моделирования 3х-осевой фрезерной обработки в современных САМ-системах	Введение в процесс моделирования механической обработки. Задание параметров станков. Добавление приспособлений. Создание и настройка операций обработки. Добавление ссылочных моделей и заготовок. Задание параметров обработки. Задание

		<p>параметров фрезерных инструментов. Вывод программ для станков с ЧПУ. Создание переходов торцового фрезерования. Создание переходов фрезерования профиля. Создание переходов обработки объема. Создание переходов обработки отверстий. Создание простейших переходов 3-х осевого фрезерования поверхностей. Создание простейших переходов фрезерования по заданной траектории.</p>
--	--	--

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими указаниями и инструкциями. В начале изучения каждого раздела следует вводить пример, иллюстрирующий содержание всего раздела. В ходе последующих лабораторных работ отдельные элементы процесса моделирования рассматриваются подробно. Вопросы, вызвавшие затруднения, должны быть уточнены в ходе работы совместно с преподавателем. По окончании работы необходимо проверить правильность построения моделей, сделать выводы. В процессе изучения дисциплины студент должен выполнить индивидуальные расчетно-графические задания. При выполнении РГР студенту дается возможность выбора решений, которые он должен грамотно обосновать.

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю).

Для очной формы обучения (224)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	<p>Основы 3d-моделирования деталей и создания конструкторской документации в современных САД-системах.</p>	<p>Подготовка к лабораторным работам. Подготовка РГР. Построение 3d-модели детали по натурному образцу. Подготовка РГР. Построение 3d-моделей деталей по чертежу. Подготовка РГР. Построение 3d-модели детали и создание чертежа.</p>	38	<p>Литература 7.1.1, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3</p>	<p>Отчет, опрос</p>

2	Моделирование сборок и создание сборочных чертежей в современных САД-системах.	Подготовка к лабораторным работам. Подготовка РГР. Построение 3d-модели сборки и создание сборочного чертежа.	38	Литература 7.1.1, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3	Отчет, опрос
3	Создание в 3d моделях уравнений, параметров и таблиц семейства.	Подготовка к лабораторным работам. Подготовка РГР. Построение 3d-модели детали с таблицей семейства.	16	Литература 7.1.1, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3	Отчет, опрос
4	Создание геометрических элементов сложных форм в современных САД-системах.	Подготовка к лабораторным работам. Подготовка РГР. Построение 3d-модели детали сложной формы с использованием плавного сопряжения и поверхностного моделирования.	20	Литература 7.1.1, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3	Отчет, опрос
5	Основы инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость в современных САЕ-системах.	Подготовка к лабораторным работам. Подготовка РГР. Инженерный расчет 3d-модели детали на прочность и жесткость.	14	Литература 7.1.2, 7.2.3	Отчет, опрос
6	Основы инженерных тепловых расчетов конструкций в современных САЕ-системах.	Подготовка к лабораторным работам. Подготовка РГР. Инженерный тепловой расчет 3d-модели детали.	10	Литература 7.1.2, 7.2.3	Отчет, опрос
7	Специальные виды расчетов конструкций в современных САЕ-системах.	Подготовка к лабораторным работам. Подготовка РГР. Специальный инженерный расчет 3d-модели детали.	14	Литература 7.1.2, 7.2.3	Отчет, опрос
8	Основы моделирования 3х-осевой фрезерной обработки в современных САМ-системах	Подготовка к лабораторным работам. Курсовой проект	74	Методические указания 7.3.1 Литература 7.1.3, 7.2.3	Отчет, опрос

Для заочной формы обучения (306).

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1.	Основы 3d-моделирования деталей и создания конструкторской документации в современных CAD-системах.	Контрольная работа	58	Литература 7.1.1, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3	Отчет, опрос
2.	Моделирование сборок и создание сборочных чертежей в современных CAD-системах.	Контрольная работа	62	Литература 7.1.1, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3	Отчет, опрос
3.	Создание в 3d моделях уравнений, параметров и таблиц семейства.	Контрольная работа	29	Литература 7.1.1, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3	Отчет, опрос
4.	Создание геометрических элементов сложных форм в современных CAD-системах.	Контрольная работа	33	Литература 7.1.1, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3	Отчет, опрос
5.	Основы инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость.	Контрольная работа	33	Литература 7.1.2, 7.2.3	Отчет, опрос
6.	Основы инженерных тепловых расчетов конструкций.	Контрольная работа	29	Литература 7.1.2, 7.2.3	Отчет, опрос
7.	Создание моделей обработки на станках с ЧПУ.	Контрольная работа	29	Методические указания 7.3.1 Литература 7.1.3, 7.2.3	Отчет, опрос
8.	Моделирование 3х-осевой фрезерной обработки.	Контрольная работа	33	Методические указания 7.3.1 Литература 7.1.3, 7.2.3	Отчет, опрос

6.2. Тематика и задания для практических занятий.

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий.

1. Знакомство с возможностями и концепцией работы современных CAD/CAM/CAE-систем.

2. Изучение последовательности работы с плоским эскизом, знакомство с инструментами создания эскиза.
3. Создание конструктивных элементов на основе эскиза с помощью инструментов "Выдавливание", "Вращение" и "Ребро".
4. Создание безэскизных конструктивных элементов инструментами "Отверстие", "Фаска", "Скругление", "Оболочка".
5. Создание элементов базовой геометрии: плоскостей, осей, точек, систем координат.
6. Редактирование 3d-моделей, управление моделями.
7. Работа с инструментами повышения производительности моделирования: «Копирование/вставка», «Массив», «Зеркальное отражение»
8. Создание чертежей деталей в САД-системах.
9. Создание 3d-моделей сборок.
10. Использование инструментов повышения производительности сборочного процесса, интерфейсы компонентов, гибкие компоненты.
11. Создание сборочных чертежей и спецификаций в САД-системах.
12. Создание в 3d-моделях уравнений, параметров и таблиц семейства.
13. Создание конструктивных элементов на основе эскиза с помощью инструментов "Протягивание переменного сечения", «Спиральное протягивание» и "Плавное сопряжение".
14. Работа с инструментами поверхностного моделирования.
15. Знакомство с общей последовательностью инженерного расчета на прочность и жесткость в САЕ-системах.
16. Знакомство со средствами обработки и представления результатов расчета.
17. Изучение особенностей Р-варианта метода конечных элементов.
18. Изучение процесса подготовка 3d-моделей к расчету, идеализация моделей, создание расчетных элементов.
19. Моделирование материалов.
20. Задание нагрузок при расчетах на прочность и жесткость.
21. Задание ограничений перемещения точек 3d моделей.

22. Создание и настройка конечноэлементной сетки, настройка выполнения расчета.
23. Знакомство с общей последовательностью теплового инженерного расчета в CAE-системах.
24. Задание тепловых нагрузок и граничных условий, настройка выполнения теплового расчета.
25. Использование результатов теплового расчета при расчетах на прочность и жесткость.
26. Создание и выполнение контактного анализа.
27. Создание и выполнение анализа переходных процессов.
28. Создание и выполнение анализа больших деформаций.
29. Создание и выполнение динамического временного и частотного анализа.
30. Создание и выполнение расчета механизмов.
31. Знакомство с общей последовательностью создания модели 3-осевой фрезерной обработки в современных САМ-системах.
32. Задание параметров станков, добавление приспособлений в модель обработки.
33. Изучение способов добавления в модель обработки ссылочных моделей и заготовок.
34. Знакомство с параметрами фрезерных инструментов и параметрами фрезерной обработки.
35. Вывод программ для станков с ЧПУ.
36. Создание переходов торцового фрезерования.
37. Создание переходов обработки объема.
38. Создание переходов обработки отверстий.
39. Создание простейших переходов 3-х осевого фрезерования поверхностей.
40. Создание простейших переходов фрезерования по заданной траектории.

6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов).

Курсовой проект является завершающим этапом изучения дисциплины. В ходе выполнения проекта студенты должны продемонстрировать практические навыки владения современными средствами компьютерного проектирования. В рамках курсового проекта каждым студентом решается индивидуальная практическая задача, связанная с его будущей сферой деятельности. Проект состоит из трех частей – конструкторской, исследовательской и технологической. В конструкторской части студентом в САД-системе разрабатываются 3d модели деталей, входящих в сборку изделия машиностроительного назначения, создается 3d-модель сборки и оформляется сборочный чертеж. В исследовательской части производится инженерный расчет одной из деталей (по указанию преподавателя) на сопротивление заданной нагрузке. В технологической части разрабатывается модель механической обработки одной из деталей, при этом задается вид и размеры заготовки. По итогам выполнения проекта студент предоставляет полный набор необходимых моделей на электронном носителе, распечатку сборочного чертежа и расчетно-пояснительную записку с необходимыми расчетами и описаниями последовательности построения моделей.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

7.1 Основная литература					
	Автор(ы)	Наименование	Издательство, год	Назначение	Колич-
7.1.1	Буланов, Андрей Валерьевич	Wildfire 3.0. Первые шаги : для нов. пользователей.	Поматур, 2008	учебник для вузов	10
7.1.2	Алямовский А.А.	SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов.	ДМК Пресс, 2004	Учебное пособие	10
7.1.3	Схиртладзе А.Г., Скрыбин В.А.	Металлорежущие станки с ЧПУ и программирование.	Пенза: ПЦНТИ, 2000	Учебное пособие для вузов.	5
7.2 Дополнительная литература					
	Автор(ы)	Наименование	Издательство, год	Назначение	Колич-
7.2.1	Чемоданова Т.В..	Pro/ENGINEER: Деталь, Сборка, Чертеж.	БХВ-Петербург, 2003	учеб. пособие	10

7.2.2	М.В. Жавнер, Н.Н. Шабров	Creo Elements/Pro 5.0 Primer Advanced [Электронный ресурс].- режим доступа: https://apps.ptc.com/schools/Primer_Advanced_rus.pdf	Ирисофт, 2013	учеб. пособие	-
7.2.3		Учебники Creo Parametric Creo Simulate и Creo NC[Электронный ресурс]. – Режим доступа: . http://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/russian/	PTC, 2016	учеб. пособие	-
7.3 Методические разработки					
	Автор(ы)	Наименование	Издательство, год	Назначение	Количество
7.3.1	Романов В.В.	Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ в системе GIBBSCAM	КГТУ, 2007	Методические указания	15

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Федеральный портал «Российское образование»;
2. Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации.
3. Образовательный портал корпорации PTC:
<https://learningconnector.ptc.com>
4. Образовательный портал «Инженеры будущего»:
<https://инженер-будущего.рф>

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань» <http://www.e.lanbook.com>
2. ЭБС «Университетская библиотека online»
3. ЭБС «Znaniium» <http://www.znaniium.com>
4. ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
5. Коллекция трудов КГУ <http://www.kstu.edu.ru/univer/docs.php>.

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

9.1 Специализированные лаборатории и классы			
№ п/п	Номер, наименование, принадлежность помещения (аудитории, лаборатории, класса, мастерской)	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
1	А-309-310 Класс вычислительной техники	29,7;19,7	12

7.3 Программное обеспечение		
Наименование	№ помещения	Примечание
PTC Creo Parametric	А-309	Лицензия по договору 17/097-1 от 22.08.17 с ООО «ПТС»