

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ О.Д. Асенчик

_____ 07.07. _____ 2020

Регистрационный № УД – 31 – 37 /уч.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-36 07 02 Производство изделий на основе трехмерных технологий

2020

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 07 02 – 2019, учебных планов первой ступени высшего образования по специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»: I 36-1-04/уч. от 06.02.2019 г. и I 36-1-15/уч. от 06.02.2019г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Н.В. Грудина – старший преподаватель кафедры «Материаловедение в машиностроении» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Ю.Л. Бобарикин - заведующий кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», кандидат технических наук, доцент.

И.А Кольцова – ведущий инженер-программист, руководитель сектора «Развития цифровой трансформации НИОКР» НЦТК ОАО «Гомсельмаш» конструкторско-исследовательский отдел вычислительных систем

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Материаловедение в машиностроении» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 27.04.2020);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 06.05.2020);

УД 049 – 4/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 25.06.2020).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью изучения дисциплины является научить будущего инженера применять программные средства ЭВМ для реализации конструкторской деятельности, использовать современные системы САПР для автоматизации процессов проектирования изделий и элементов технологического оборудования, осуществлять вспомогательные расчеты на прочность и жесткость, моделировать основные технологические процессы производства и обработки изделий из композиционных материалов.

Задачами изучения дисциплины являются - ознакомление с основными возможностями современных систем САПР; ознакомление со структурой построения компьютерных моделей и средствами их реализации для подготовки конструкторской документации (КД); приобретение студентами навыков проведения уточненных расчетов с учетом особенностей используемых материалов и компонентов; изучение основных подходов к оптимизации по результатам моделирования; получение студентами представлений об аддитивном производстве и производственно-технологических дефектах, возникающих в процессе синтеза изделий; приобретение студентами навыков проведения сканирования трехмерных объектов и ознакомление с проблемами данной технологии и методами их устранения.

Дисциплина является прикладной ко всему комплексу общепрофессиональных и специальных дисциплин, преподаваемых студентам специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий», и в особенности для специальных дисциплин «Конструирование и расчет изделий», «Аддитивные технологии в производстве» и «Проектирование технологического оборудования для трехмерных технологий», являющихся базовыми дисциплинами специализации.

При составлении программы учтено, что студенты параллельно с данным курсом изучают основы конструирования и детали машин, механику материалов аддитивного синтеза, конструирование изделий, методы испытаний материалов и изделий - дисциплины, при изучении которых также получают профессиональные знания, необходимые для компьютерного моделирования материалов, конструкций и процессов. Выполнение курсового проекта по дисциплине «Основы конструирования и детали машин» дает возможность закрепить навыки трехмерного моделирования деталей и узлов машин, а также формирует навыки оформления конструкторской документации.

Для успешного усвоения дисциплины «Компьютерное моделирование и инженерный анализ» необходимы знания по таким дисциплинам как, «Математика», «Физика» (раздел «механика»), «Теоретическая механика», «Механика материалов и конструкций», «Конструирование и расчет изделий», «Основы материаловедения и структурообразования» и «Технология конструкционных материалов».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:
знать:

- основные направления и тенденции развития средств САПР; методологию и общие направления использования компьютерного моделирования;
- основы двумерного (2D), трехмерного моделирования (3D);
- основные направления и методологию использования метода конечных элементов при решении инженерных задач;
- основы моделирования изделий и элементов оборудования с учетом технологии формообразования и последующей обработки;
- методику оптимизации результатов моделирования по полученным данным;
- современные ТНПА ГОСТ для работы с электронными моделями;
- основные принципы подготовки трехмерных моделей к выводу на печать и возможности специализированного программного обеспечения;

уметь:

- определять исходные данные для процесса компьютерного моделирования, оптимизировать структуру модели;
- создавать и редактировать двухмерные и трехмерные модели тел;
- оформлять КД на детали и сборочные единицы;
- создавать и использовать собственные библиотеки типовых изделий;
- проводить расчеты для твердотельных моделей на прочность, жесткость, устойчивость, в том числе с учетом теплофизических процессов;
- осуществлять оптимизацию геометрии изделий по эксплуатационным требованиям;
- моделировать основные операции технологических процессов производства и обработки изделий из композиционных материалов;
- осуществлять оптимизацию геометрии модели под трехмерные технологии аддитивного синтеза;
- анализировать полученные данные и проводить оптимизацию;

владеть:

- методологией создания, управления и оптимизации трехмерной геометрии моделей с помощью САПР;
- навыками оформления конструкторской и технологической документации с помощью САПР;
- навыками составления расчетных схем и проведения инженерного анализа с помощью компьютерных средств;
- методами моделирования технологических процессов производства изделий из композиционных материалов;
- навыками подготовки модели и вывода ее на печать по аддитивным технологиям синтеза.

В результате изучения учебной дисциплины «Компьютерное моделирование и инженерный анализ» формируются следующая базовая компетенция: быть способным применять программные средства ЭВМ для моделиро-

вания основных технологических процессов аддитивных технологий, осуществлять их оптимизацию по результатам моделирования.

А также развить и закрепить профессиональные компетенции:

- Проводить научные исследования и разработки с использованием современных информационных технологий.

- Разрабатывать техническое задание на проведение исследований материалов, изделий, технологических процессов и технологического оборудования.

- Разрабатывать на изделия, получаемые по трехмерным технологиям производства, средства испытаний и элементы технологического оборудования следующую техническую документацию:

- проектную конструкторскую - аванпроект, техническое предложение, эскизный и технический проект;

- рабочую конструкторскую, эксплуатационную и ремонтную;

- технологическую - для стадий предварительного проекта, опытного образца и серийного производства;

- информационную – патентный формуляр, карты технического уровня, каталоги;

- нормативную – технические условия, сертификаты, инструкции и другие нормативные документы на изделия.

- Владеть современными программными средствами моделирования, расчета и компьютерного проектирования композиционных материалов, изделий и технологических процессов.

- Оценивать технический уровень и экономическую эффективность принимаемых технических решений.

- Проводить работы по сертификации продукции производств по профилю специальности.

- Осуществлять технологическую подготовку и планирование производства изделий, получаемых по трехмерным технологиям производства, в т. ч. с использованием компьютерных технологий.

- Оценивать технологичность конструкции изделий по технико-экономическим показателям.

- Анализировать работу по установленному заданию, оформлять отчетную документацию и готовить информацию и доклады для руководства.

Форма получения высшего образования: дневная

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Компьютерное моделирование и инженерный анализ» в соответствии с учебными планами по специальности: 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» - всего 284 часа. Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах – 9.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

	Дневная форма
Курс	3, 4
Семестр	5, 6, 7
Лекции (час)	85
Лабораторные занятия (час)	102
Всего аудиторных часов (час)	187

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

	Дневная форма
Экзамен, семестр	6
Зачет, семестр	5,7

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Компьютерное моделирование и инженерный анализ. Актуальность и перспективы.

Тема 1.1. Предмет и задачи дисциплины. Идеология моделирования и производства сопутствующей документации.

Дисциплина «Компьютерное моделирование и инженерный анализ». Связь курса с естественнонаучными, общепрофессиональными и специальными дисциплинами. Основная терминология. Направления практического применения.

Тема 1.2 Основные программные комплексы САПР.

Классификация САПР. Структура САПР. Требования к САПР. История развития САПР. Концепция интегрированного управления жизненным циклом изделия. Перспективы развития САПР. Состояние САПР в Республике Беларусь. Лидеры рынка САПР. Возможности конструкторского пакета Creo Parametric. Концепция/стратегия Индустрия 4.0.. Цифровая трансформация. «Цифровые двойники изделия». Цифровой двойник – полномасштабная цифровая 3D-модель изделия. Современные ТНПА для работы с электронными моделями. Новые ГОСТ для работы с информацией в электронном виде. Для работы с 3D-моделями.

(2.111- 2013 ЕСКД, ГОСТ 2.051-2013- ЕСКД, ГОСТ 2.052-2015 ЕСКД, ГОСТ 2.053-2013 ЕСКД, ГОСТ 2.054-2013 ЕСКД, ГОСТ 2.055-2014 ЕСКД, ГОСТ 2.056-2014 ЕСКД, ГОСТ 2.057-2014 ЕСКД)

Тема 1.3 Культура моделирования и проектирования изделий

Культура моделирования и проектирования изделий. Способы взаимодействия и обмена данными. Структура организации работы в среде CAD/CAM/CAE программ. Направления использования и основные возможности. Базовые принципы построения моделей. Принцип Ассоциативности при построении 3D-моделей. Ассоциативность 3D-моделей и чертежа. Способы взаимодействия и обмена данными. Структура организации работы. Идеология моделирования и производства сопутствующей документации.

Тема 1.4 Настройка САПР. Интерфейс пользователя. Управление файлами

Жизненный цикл продукта. Роль геометрического моделирования. Настройка САПР CREO Parametric. Панели инструментов. Управление файлами моделей.

Раздел 2. Базовые инструменты моделирования твердых тел.

Тема 2.1. Объёмное моделирование твёрдого тела.

Способы моделирования. Модель, геометрические модели, геометрическое моделирование. Каркасное, поверхностное, твердотельное, немногобразное (гибридное) моделирование. Интерполяция входных точек. Интерполяция криволинейных сеток. Трансляция или вращение заданной кривой.

Тема 2.2. Функции твёрдотельного моделирования. Кривые линии. Функции создания примитивов (Булевы операции). Заметание. Скиннинг. Скругление или плавное сопряжение. Поднятие. Моделирование границ. Объектно-ориентированное моделирование Моделирование кривых линий и поверхностей

Тема 2.3. Классификация поверхностей.

Развёртки. Многогранники. Способы задания кривых поверхностей. Цилиндрическая поверхность вращения. Коническая поверхность вращения. Сфера. Торсы. Линейчатые поверхности с плоскостью параллелизма (поверхности Каталана) Прямой цилиндроида. Прямой коноида. Косая плоскость. Винтовые поверхности. Прямой геликоида. Поверхности вращения Поверхности, образуемые вращением прямой. Поверхности, образуемые вращением кривых второго порядка вокруг их осей. Поверхности, образуемые вращением кривых второго порядка вокруг оси, не являющейся осью кривой, но расположенной в её плоскости. Каналовые и циклические поверхности Поверхность Эшера.

Тема 2.4. Параметрическое моделирование.

Табличная параметризация. Иерархическая параметризация. Вариационная (размерная) параметризация Геометрическая параметризация. Ассоциативное конструирование Объектно-ориентированное конструирование. Конструирование на основе использования параметрической модели комплексного представителя типовой детали.

Тема 2.5. Прямое моделирование

Параметрическая модель. Динамическое моделирование. Прямое редактирование. Вариационное прямое моделирование. Синхронная технология. Комбинация прямого моделирования с деревом построения. Редактирование импортированной геометрии. Недостатки прямого моделирования

Тема 2.6. Основные принципы разработки 3D-моделей.

Типы файлов используемые в системе (для чертежей, сборок, чертежей). Обозначения и пиктограммы. Расширения файлов. Версии 3D-моделей. Жизненный цикл изделий. Понятие об электронной 3D-модели. Создание файлов для 3D-моделей (для деталей и сборок). Хранение файлов. Создание резервной копии. Создание рабочей папки. Создании твердотельной 3D-модели. Принципы твердотельного моделирования. Создание 3D-модели из тонколистового материала. Принципы ассоциативного моделирования. Ассоциативность 3D-модели и чертежа. 3D-модель с правильно заполненными атрибутами - база для станков ЧПУ; использование 3D-модели для производства.

Тема 2.7. Создание элементов опорной геометрии

Назначение параметризации моделей. Типы переменных, способы создания, редактирования и направления использования. Использование стандартных и создание пользовательских библиотек типовых деталей. Базы данных для переменных, обмен данными. Создание диалоговых окон управления геометрией модели.

Определение типов опорной геометрии (плоскости, оси, система координат, опорные точки). Настройка показа опорных элементов. Стили отображения. Стили отображения модели. Основы 3D-моделирования. Трехмерное ориентирование моделей в графическом окне (вращение, перемещение, масштабирование, вращение в плоскости экрана, масштабирование). 3D-ориентирование моделей. Менеджер видов. Управление внешними видами. Свойства модели. Единицы измерения. Параметры моделей. Просмотр моделей. Дерево моделей. Состав дерева моделей. Дерево слоев. Фильтры дерева моделей. Управление показа объектом в дереве моделей. Отображение в дереве моделей типов элементов. Деления 3D геометрии на фичеры.

Тема 2.8. Создание геометрии эскиза.

Позиционирование эскиза в рабочей области модели. Создание и редактирование размеров элементов. Использование закреплений эскиза. Проецирование кромок модели на плоскость эскиза. Использование стандартных профилей. Копирование, масштабирование и смещение эскизных кривых. Решение конфликтов между ограничениями эскиза.

Раздел 3. Операции построения твердых тел. Трехмерное моделирование (3D).

Тема 3.1. Принципы создания объемных тел. Классификация объектов моделирования.

Механизмы создания трехмерных (3D) элементов и их совокупности. Алгоритм построения модели. Классификация элементов по назначению, основные направления использования. Вспомогательные элементы построения. Настройка рабочего поля. Классификация вспомогательных элементов, направления использования по назначению, способы создания и редактирования. Виды отображения модели. Ориентация модели (аксонометрия трехмерная).

Тема 3.2. Базовые операции трехмерного моделирования.

Классификация основных операций твердотельного моделирования. Возможности и направления использования. Создание элементов «вытягивание» и «вращение» на основе эскизов. Задание граничных условий при выполнении элементов «вытягивание» и «вращение». Внешние и вложенные вспомогательные элементы. Создание элементов «протягивание вдоль траектории», «протягивание переменного сечения» и «сопряжение», задание необходимых вспомогательных элементов.

Настройка и оптимизация параметров.

Тема 3.3. Вспомогательные операции трехмерного моделирования, редактирование геометрии объемных тел.

Назначение и классификация вспомогательных операций. Ограничения по применению. Редактирование геометрии объемных тел (3D-модели). Операции построения элементов «отверстие», «ребро профиля», «оболочка», «уклон», «скругление ребра», «скругление поверхностей», «фаска».

Тема 3.4. Операции копирования твердых элементов.

Группирование элементов. Простое копирование элементов и функции специальной вставки: перемещение, вращение и масштабирование скопированных элементов. Зеркальное отражение элементов твердых тел и деталей. Создание и редактирование различных типов массивов элементов.

Раздел 4. Моделирование кривых и поверхностей

Тема 4.1. Моделирование кривых

Основные методы построения кривых: выполнение сплайна по точкам; описание уравнений в прямоугольной, цилиндрической и сферической системах координат; построение кривых на основе ранее выполненных сечений.

Тема 4.2. Моделирование, анализ и области применения поверхностей

Методы моделирования поверхностей с использованием стандартных операций построения трехмерной геометрии: вытягивание, вращение, сопряжение сечений и вытягивание вдоль траектории. Специальные методы построения поверхностей: сопряжение по кривым с указанием граничных опций, полное и частичное копирование граней твердотельных элементов. Удлинение, обрезка и сшивка поверхностей.

Раздел 5. Моделирование сборок. Сборочные единицы (3D).

Тема 5.1 Основные инструменты ориентации, закрепления и соединения компонентов в сборке.

Основные возможности создания 3D-моделей сборочных элементов. Структура модели сборки: компоненты, их массивы и элементы, построение на уровне сборки. Ориентация компонентов относительно абсолютной системы координат сборки и ранее размещенных компонентов. Отличительные особенности моделирования «сверху - вниз», «снизу - вверх», фрагментирование, детализация. Основные способы привязки элементов в сборке, описание степеней свободы. Использование координатных систем и создание сопряжений, основные возможности и ограничения по использованию. Кинематическое перемещение элементов в сборке.

Тема 5.2 Создание видов разнесенной сборки

Расположение компонентов сборки в пространстве модели для создания вида разнесенной сборки. Определение траекторий перемещения компонентов при сборке.

Тема 5.3 Исследование столкновений в сборке. Порядок действий при редактировании геометрии компонентов в контексте сборки.

Основные направления редактирования геометрии деталей при построении 3D-моделей сборочных элементов. Анализ порядка сборки компонентов и возможных столкновений между ними. Понятие гибких (коннекторных) связей адаптивных фрагментов, область применения. Анализ кинемати-

ки работы сборки и выявление столкновений при перемещении компонентов в пределах, определенных соединениями.

Выбор активного компонента сборки. Редактирование модели компонента с использованием привязок эскизов и элементов в контексте модели сборки. Основные возможности проверки геометрии трехмерных моделей и сборочных единиц. Обмен данными между приложениями САПР путем экспорта и импорта трехмерных объектов.

Раздел 6. Параметризация и управление конструкторско – инженерным замыслом.

Тема 6.1 Параметризация элементов модели и уравнения

Определение параметров геометрии элементов модели. Создание новых параметров. Задание связей между параметрами геометрии с помощью уравнений. Проверка возможности реализации уравнений.

Тема 6.2 Создание и управление слоями

Отображение слоев модели. Классификация и группировка элементов модели. Создание пользовательских слоев. Использование слоев для группового редактирования видимости объектов.

Тема 6.3 Отношения «родитель-потомок» между элементами, порядок построения модели. Управление конструкторским замыслом.

Выбор привязок при создании и размещении элементов геометрии модели. Изменение геометрии элементов при изменении объектов привязки. Сбои при перестроении модели в результате удаления объектов привязки или их изменения, приведшего к непригодности. Зависимость геометрии модели от порядка создания элементов. Управление конструкторским замыслом.

Раздел 7. Основы автоматизации проектирования изделий и конструкций деталей в CREO.

Тема 7.1 Создание таблиц семейств и элементов пользователя

Анализ исполнений однотипных деталей и разборка базовой модели с учетом возможности дальнейшего редактирования параметров на основе таблицы семейств. Основные элементы таблицы семейств: параметры, размеры, элементы. Описание и просмотр исполнения деталей с помощью таблицы семейств. Создание, повторное использование и непараметрическое редактирование элементов пользователя.

Тема 7.2 Выполнение чертежей деталей и сборок на основе их трехмерных моделей в автоматизированном режиме.

Ассоциативность 3D-моделей и чертежа. Построение чертежей ассоциативно связанных с 3D-моделями. Шаблоны для создания чертежей деталей и сборок на стандартных форматах бумаги. Выполнение основных чертежных видов на основе трехмерной модели детали и сборки. Редактирование свойств чертежных видов. Создание вспомогательных видов: разрезов, сечений, местных разрезов, выносных видов. Простановка размеров и создание аннотаций. Подготовка отчетов и оформление спецификаций.

Тема 7.3 Оформление конструкторской документации (КД). Последовательность и основные правила оформления чертежей с помощью САПР. Использование слоев, уровней и приоритетов отображения. Основные и вспомогательные элементы оформления. Классификация элементов оформления КД, основные правила использования, способы редактирования модификации. Автоматизация процесса оформления. Простановка размеров и допусков. Создание сборочных чертежей. Оформление сборочных чертежей. Отображения элементов. Спецификации. Автоматическое формирование спецификаций, настройка и редактирование. Технические требования и характеристики. Сохранение и вывод на печать конструкторской документации, настройка. Совместная печать нескольких документов. Экспорт, импорт чертежей

Раздел 8. Технологии трехмерного синтеза и оцифровки.

Тема 8.1. 3D-печать. Подготовка модели изделия к печати.

Виды аддитивных технологий. Особенности конструирования изделий и оптимизация геометрии. Подготовка трехмерной геометрии к выводу на печать. Основные структурные элементы геометрии, особенности настройки их параметров. Определение технологических показателей материалов. Настройки оборудования и вывод на печать. Критерии оценки качества конечного изделия.

Тема 8.2. Сканирование и оцифровка натурального объекта.

Основные виды сканирования, достоинства и недостатки. Оптическое сканирование, особенности подготовки натурального образца. Процесс сканирования, основные операции и их последовательность. Обработка сканированных изображений. Точечная цифровая модель. Качество сканирования.

Раздел 9. Моделирование средств технологического оснащения.

Тема 9.1. Классификация элементов и основных систем технологической оснастки.

Основные типы технологической оснастки и их структура. Особенности моделирования геометрии формообразующих деталей и сборочных единиц

Использование параметризации и библиотек стандартных элементов. Выделение и подготовка геометрии типовых элементов. Создание базы данных типовых деталей по размерам и конструктивному исполнению. Составление библиотек типовых элементов.

Тема 9.2. Создание параметрических пакетов узлов оборудования. Использование библиотек типовых элементов для подготовки пакетов основных систем технологической оснастки. Описание взаимосвязей между параметрами различных деталей. Использование средств автоматической компоновки

чертежей сборочных элементов для подготовки КД на оснастку. Настройки параметров. Особенности оформления.

Раздел 10. Моделирование основных технологических процессов и явлений при аддитивном синтезе

Тема 10.1. Процесс течения пластика при 3D-печати.

Моделирование процесса течения пластика при 3D - печати. Описание свойств материала. Исходные данные, требования к геометрии, граничных условий, внешних факторов, настройки параметров анализа. Критерии останковки анализа. Результаты расчета и обработка.

Тема 10.2. Термоусадочные явления в области печати.

Определение температурного поля в области печати. Моделирование коробления модели при 3D-печати. Расчет силы отрыва модели от стола при 3D-печати. Описание свойств материала. Исходные данные, требования к геометрии, граничные условия, внешние факторы, настройки параметров анализа. Критерии останковки анализа. Результаты расчета и обработка.

Тема 10.3. Анизотропия материалов аддитивного синтеза.

Моделирование аддитивного производства. Описание свойств материала. Исходные данные, требования к геометрии, граничные условия, внешние факторы, настройки параметров анализа. Критерии останковки анализа. Результаты расчета и обработка.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(дневная форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Кол-во часов самост. работы	Форма контроля знаний
		ЛК	ЛЗ		
1	2	3	4	5	6
5 семестр					
1	Компьютерное моделирование и инженерный анализ. Актуальность и перспективы			-	
1.1	Предмет и задачи дисциплины. Основные программные комплексы САПР. Идеология моделирования и производства сопутствующей документации.	2	-	-	3
1.2	Культура моделирования и проектирования изделий	1	-	-	3
1.3	Настройка САПР. Интерфейс пользователя. Управление файлами	1	2	-	3, О, ЗЛР
2	Базовые инструменты моделирования твердых тел			-	
2.1	Объёмное моделирование твёрдого тела.	2	2	-	3, О, ЗЛР
2.2	Функции твёрдотельного моделирования	2	-	-	3
2.3	Классификация поверхностей	2	-	-	3
2.4	Параметрическое моделирование	2	2	-	3, О, ЗЛР
2.5	Прямое моделирование	2	-	-	
2.6	Основные принципы разработки 3D-моделей.	2	6	-	3, О, ЗЛР
2.7	Создание элементов опорной геометрии	2	2	-	3, О, ЗЛР
2.8	Создание геометрии эскиза	2	4	-	3, О, ЗЛР
3	Операции построения твердых тел. Трёхмерное моделирование (3D).			-	
3.1	Принципы создания объемных тел. Классификация объектов моделирования.	4	4	-	3, О, ЗЛР
3.2	Базовые операции трехмерного моделирования.	4	6	-	3, О, ЗЛР
3.3	Вспомогательные операции трехмерного моделирования, редактирование геометрии объемных тел	4	4	-	3, О, ЗЛР
3.4	Операции копирования твердых элементов.	2	2	-	3, О, ЗЛР
Всего 5 семестр		34	34	-	-
6 семестр					
4	Моделирование кривых и поверхностей			-	
4.1	Моделирование кривых	2	2	-	3, О, ЗЛР
4.2	Моделирование, анализ и области применения поверхностей	2	4	-	3, О, ЗЛР
5	Моделирование сборок. Сборочные единицы (3D)			-	
5.1	Основные инструменты ориентации, закрепления и соединения компонентов в сборке	2	4	-	3, О, ЗЛР

5.2	Создание видов разнесенной сборки	3	6	-	3, О, ЗЛР
5.3	Исследование столкновений в сборке. Порядок действий при редактировании геометрии компонентов в контексте сборки.	2	6	-	3, О, ЗЛР
6	Параметризация и управление конструкторско – инженерным замыслом.			-	
6.1	Параметризация элементов модели и уравнения	2	4	-	3, О, ЗЛР
6.2	Создание и управление слоями	2	4	-	3, О, ЗЛР
6.3	Отношения «родитель-потомок» между элементами, порядок построения модели. Управление конструкторским замыслом.	2	4	-	3, О, ЗЛР
Всего 6 семестр		17	34	-	-
7 семестр					
7	Основы автоматизации проектирования изделий и конструкций деталей в CREO.			-	
7.1	Создание таблиц семейств и элементов пользователя	4	2	-	3, О, ЗЛР
7.2	Выполнение чертежей деталей и сборок на основе их трехмерных моделей в автоматизированном режиме.	4	4	-	3, О, ЗЛР
7.3	Оформление конструкторской документации (КД).	4	4	-	3, О, ЗЛР
8	Технологии трехмерного синтеза и оцифровки			-	
8.1	3D-печать. Подготовка модели изделия к печати	4	4	-	3, О, ЗЛР
8.2	Сканирование и оцифровка натурального объекта	4	4	-	3, О, ЗЛР
9	Моделирование средств технологического оснащения			-	
9.1	Классификация элементов и основных систем технологической оснастки.	2	4	-	3, О, ЗЛР
9.2	Создание параметрических пакетов узлов оборудования	4	4	-	3, О, ЗЛР
10	Моделирование основных технологических процессов и явлений при аддитивном синтезе			-	
10.1	Процесс течения пластика при 3D-печати	3	2	-	3, О, ЗЛР
10.2	Термоусадочные явления в области печати.	2	2	-	3, О, ЗЛР
10.3	Анизотропия материалов аддитивного синтеза.	3	4	-	3, О, ЗЛР
Всего 7 семестр		34	34	-	-

Обозначения (форма контроля знаний): О - отчет по лабораторной работе
ЗЛР –защита лабораторной работы
Э - экзамен

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Басов, К.А. ANSYS для конструктора / К.А.Басов. - Москва: ДМК Пресс, 2009. - 247с.:ил. - Библиогр.:с.246 - 247. – ISBN 978-5-94074-462-7:28143.
2. Компас-3Д. Проектирование в машиностроении / Е.М.Кудрявцев. – Москва : ДМК Пресс, 2009.- 435 с.: ил.- (Проектирование). – ISBN 978-5-94074-480-0:25471.
3. Компьютерное моделирование : учебник / Г.В.Овечкин, П.В.Овечкин. – Москва : Академия, 2015. – 217, [1]с. :ил. – (Профессиональное образование, информатика и вычислительная техника). – Библиография: с.215. – ISBN 978-5-4468-1492-3:481001.
4. Максимова, А.А. Инженерное проектирование в средах САД: геометрическое моделирование средствами системы «КОМПАС-3D» / А.А. Максимова ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск :СФУ, 2016. – 238 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497289>. – Библиогр.: с. 233. – ISBN 978-5-7638-3367-6. – Текст : электронный.
5. Мясоедова, Т.М. 3D-моделирование в САПР AutoCAD : учебное пособие / Т.М. Мясоедова, Ю.А. Рогоза ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. – Омск : Омский ОмГТУ, 2017. – 112 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493417> . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2498-8. – Текст : электронный.
6. С#. Программирование 2D и 3D векторной графики : учебное пособие / Н.А.Тюкачев, В.Г. Хлебостроев.- 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург [и др.] : Изд-во Лань, 2018. – 317 с. : ил.+1 компакт - диск. - Библиогр.: с. 308-311.- ISBN 978-5-8114-2568-6 : 98.01.
7. 3D-моделирование в инженерной графике : учебное пособие / С.В. Юшко, Л.А. Смирнова, Р.Н. Хусаинов, В.В. Сагадеев ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : КНИТУ, 2017. – 272 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500424> . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2166-3. – Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Автоматизированное проектирование электронных средств в среде CREO и ALTIUM DESIGNER: Учебное пособие.- 2-е издание / А. В. Пархоменко, А. В. Притула, В. М. Крищук. – Запорожье : Дикое поле, 2016. – 250 с.

2. Большаков, В. П. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor: учеб. пособие для студентов ВУЗов / В. Большаков, А. Бочков. - Санкт-Петербург: Питер, 2013. - 299 с.
3. Гарабажиу, А. А. Основы трехмерного параметрического моделирования деталей машин в системе КОМПАС-3Б: учебно-методическое пособие А. А. Гарабажиу. - Минск: БГТУ, 2006. - 95 с.
4. Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера: практическое руководство / А.В.- Каплун. – Изд. 2-е, испр.- Москва: УРСС, 2004.- 269 : с.269.- ISBN 5-354-00729-1:31565.
5. Creo Parametric. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: . http://www.pro-technologies.ru/product/Creo_Parametric/
6. Чигарев, А.В. ANSYS для инженеров: Справочное пособие [Электронный ресурс] / А. В. Чигарев, А.С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. - М.: Мошино-строение-1, 2004. - 512 с.
7. Якунин В.И. Разработка геометрических моделей и чертежей деталей на базе системы CAD/CAM PRO/ENGINEER :учебное пособие для студентов вузов. Ч.1/ В.И. Якунин [и др]; МГИУ; под ред. В.А. Зубкова. – Москва: Изд-во МГИУ, 2008. – 212с.

Перечень лабораторных работ

1. Знакомство с интерфейсом Creo Parametric 4.0. Изучение панелей инструментов. Настройка интерфейса под пользователя.
2. Параметризация опорных элементов в Creo. Управление моделью. (3D-ориентирование моделей).
3. Моделирование в Creo 4.0. Состав дерева 3D-моделей. Построение и применение.
4. Создание геометрии эскиза. Деления 3D геометрии на фичеры. Построение полностью параметризованных эскизов по чертежным видам деталей.
5. Твёрдотельное моделирование деталей низкой сложности с использованием операций «вытягивание», «вращение», «сопряжение», «протягивание по траектории».
6. Решение задач по созданию всех типов вспомогательной геометрии.
7. Создание на 3D-модели плоских разрезов. Изучение дополнительных операций твёрдотельных элементов.
8. Построение деталей, содержащих массивы элементов, по чертежам
9. Построение деталей типа «фланец», «планка» с использованием копирования твёрдотельных элементов.
10. Построение модели детали «корпус прибора» с использованием моделирования поверхностей.
11. Создание 3D-модели детали конструкции «крышка клапана».
12. Построение основной части детали конструкции «крышка клапана».
13. Проектирование оси детали конструкции
14. Создание 3D-модели элемента детали конструкции
15. Создание крепёжных элементов детали конструкции
16. Создание таблицы семейств стандартных крепёжных изделий
17. Сборка компонентов. Создание 3D моделей сборочных единиц. Оформление конструкторской документации.
18. Построение чертежей ассоциативно связанных с 3D-моделями.
19. Изучение слайсеров. Подготовка 3D моделей к печати.
20. Создание, редактирование и подготовка трехмерной модели геометрии деталей для инженерного анализа.
21. Моделирование процесса течения пластика при печати.
22. Изучение анизотропии материалов аддитивного синтеза и оценка качества синтезированных изделий.
23. Определение температурного поля в области печати.
24. Оптическое сканирование и оцифровка геометрии натурального объекта.

Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности

Оценка промежуточных учебных навыков студентов осуществляется по результатам достижения поставленных целей на лабораторных работах.

Для контроля качества усвоения знаний и оценки уровня знаний и умений студентов рекомендуется использовать следующие диагностические средства:

- зачет;
- экзамен;
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- контрольные опросы.

Форма контроля знаний при проведении межсессионной аттестации - защита лабораторных работ.

Первая межсессионная аттестация проводится по результатам контрольного опроса и защиты лабораторных работ.

Вторая межсессионная аттестация проводится по результатам контрольного опроса и защиты лабораторных работ.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических и лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием занятий;
- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения расчетно-графических работ по индивидуальным заданиям с консультациями у преподавателя;
- подготовке к сдаче зачета;
- подготовке к сдаче экзамена.

Преподаватель должен стимулировать и поощрять самостоятельную работу студентов, привлекать студентов к решению прикладных задач в рамках НИРС, к исследовательской работе на ведущей и выпускающей кафедрах.

При изучении дисциплины рекомендуется не все вопросы программы выносить на лекции. В целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой можно предложить им часть разделов описательного характера изучить самостоятельно по литературе, указанной в программе. Вопросы для самостоятельного изучения рекомендуется включать в перечень вопросов к экзамену.

Для организации самостоятельной работы студентов необходимо использовать: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

В соответствии с п.17 Положения «О текущей аттестации» от 11.11.2013 №29 студенты допускаются к сдаче экзамена и зачета по учебной дисциплине «Компьютерное моделирование и инженерный анализ» при ус-

ловии выполнения ими всех видов занятий, предусмотренных учебным планом и настоящей учебной программой.

Вопросы к зачету (5 семестр)

1. Компьютерное моделирование и инженерный анализ. Актуальность и перспективы.
2. Основные программные комплексы САПР. Идеология моделирования и производства сопутствующей документации.
3. Основные программные комплексы САПР. Классификация, функциональность, совместимость. Динамика развития систем САПР. Новые технологии. Лидеры рынка САПР.
4. Культура моделирования и проектирования изделий. Способы взаимодействия и обмена данными. Структура организации работы в среде CAD программ. Как используются средства CAD в процессе разработки?
5. Какова основная функция CAD? Какой вариант использования средств CAD в процессе разработки считается наиболее важным? Перечислите наиболее важные типы средств CAD.
6. Как используются средства CAE в процессе проектирования? Как используются средства CAM в процессе производства?
7. В чём суть геометрического моделирования? Для чего используются геометрические модели в САПР?
8. Назовите способы геометрического моделирования. В чём состоит способ каркасного моделирования? Каковы недостатки каркасного моделирования? В чём суть поверхностного моделирования?
9. Назовите способы аппроксимации поверхности. В чем преимущества и недостатки каркасной и полигональной аппроксимации трехмерной геометрии?
10. В чем заключается преимущество технологии NURBS?
11. Объясните суть создания плоской поверхности, поверхности вытяжки, поверхности вращения, поверхности по траектории.
12. Объясните суть создания поверхности по сечениям, граничной поверхности, поверхности свободной формы.
13. Объясните суть создания эквидистантной поверхности, поверхности разъёма, срединной поверхности, линейчатой поверхности.
14. В чём суть ассоциативного моделирования поверхностей?
15. Назовите три стандартных метода создания поверхностей в системах поверхностного моделирования. В чём заключается каждый из них?
16. В чём суть твёрдотельного моделирования? В чём отличие твёрдотельного моделирования от каркасного и поверхностного?
17. Назовите методы (3) представления твёрдотельных моделей. Объясните суть представления твёрдого тела в виде декомпозиционных моделей: воксельного (voxel) представления, октантного дерева, ячеечного представления. В чём проявляются недостатки такого метода?

18. Объясните суть представления твёрдого тела в виде граничной модели (B-Rep).
19. Какое представление геометрии наиболее оптимально для САПР?
20. Перечислите основные группы функций (5) моделирования твёрдого тела.
21. В чём суть функций создания примитивов и булевых операторов? В чём суть функций заметания, качания (вращения) и скининга?
22. В чём суть функций скругления (плавного сопряжения) и поднятия? В чём суть функций моделирования границ? В чём суть функций объектно-ориентированного моделирования?
23. Какие линии называют кривыми? Перечислите кривые, получаемые сечением плоскостью поверхности конуса. Условия их образования. Как формируется цилиндрическая винтовая линия?
24. Перечислите методы и способы конструирования кривых линий и поверхностей. Какой подход при этом используют?
25. Что собой представляет определитель поверхности? Из каких частей он состоит? Приведите примеры образования цилиндрической и конической поверхностей вращения. Приведите определитель построения сферы, линейчатой поверхности, формообразования торса.
26. В чём состоит суть получения развёрток поверхностей?
27. В чём суть параметризации? Перечислите виды параметризации. В чём заключается табличная параметризация?
28. Перечислите особенности иерархической параметризации. Поясните процесс создания параметрической модели с использованием вариационной (размерной) параметризации.
29. Поясните алгоритм создания параметрической модели методом "эвристической параметризации".
30. В чём суть геометрической параметризации? Порядок создания параметрической модели.
31. Для чего используется ассоциативная параметризация? В чём преимущества и недостатки использования ассоциативной геометрии?
32. В чём суть метода объектно-ориентированного конструирования? Перечислите обязательные требования к базовым операциям при объектно-ориентированном моделировании.
33. Перечислите основные этапы создания параметрической модели комплексного представителя группы деталей. Как ассоциативно связаны параметрическая модель с деревом построения? Назовите преимущества и недостатки параметрических моделей.
34. Создание элементов опорной геометрии. Назначение параметризации моделей. Типы переменных, способы создания, редактирования и направления использования. Использование стандартных и создание пользовательских библиотек типовых деталей.

35. Базы данных для переменных, обмен данными. Создание диалоговых окон управления геометрией модели. Определение типов опорной геометрии (плоскости, оси, система координат, опорные точки). Настройка показа опорных элементов. Стили отображения. Стили отображения модели.
36. Основы 3D-моделирования. Трехмерное ориентирование моделей в графическом окне (вращение, перемещение, масштабирование, вращение в плоскости экрана, масштабирование). 3D-ориентирование моделей. Менеджер видов. Управление внешними видами. Свойства модели. Единицы измерения.
37. Параметры моделей. Просмотр моделей. Дерево моделей. Состав дерева моделей. Дерево слоев. Фильтры дерева моделей. Управление показа объектом в дереве моделей. Отображение в дереве моделей типов элементов. Деления 3D геометрии на фичеры.
38. Редактирование геометрии, элементов и моделей. Переименование объектов. Функции «отменить» и «вернуть». Регенерация и авторегенерация. Правка элементов. Функция «править определение». Активация и редактирование модели. Управление и подавление объектов.
39. Создание геометрии эскиза. Управление изображением в режиме эскиза. Позиционирование эскиза в рабочей области модели. Использование закреплений эскиза. Создание линий, осевые линии. Использование стандартных профилей. Копирование, масштабирование и смещение эскизных кривых. Прямоугольники и параллелограммы. Окружности и дуги. Скругления. Фаски.
40. Создание и редактирование размеров элементов эскиза. Вспомогательная геометрия. Точка. Операции над группой объектов. Простановка размеров, их изменение. Решение конфликтов между ограничениями эскиза. Импорт и размещение эскиза. Эскизы в элементах. Создание, настройка, использование в эскизе привязок. Создание объектов эскиза из кромок существующих элементов. Утолщение кромок.
41. Операции построения твердых тел. Трехмерное моделирование (3D). Принципы создания объемных тел. Классификация вспомогательных элементов, направления использования по назначению, способы создания и редактирования. Опорные элементы. Плоскости и Оси. Построение опорных осей. Создание опорных плоскостей
42. Базовые операции трехмерного моделирования. Классификация основных операций твердотельного моделирования. Возможности и направления использования. Создание элементов «вытягивание» и «вращение» на основе эскизов. Задание граничных условий при выполнении элементов «вытягивание» и «вращение». Глубина и направление вытягивания, тонкая стенка, угол вращения. Создание элемента вращения.
43. Создание конструктивного элемента «ребро». Автоматическое добавление и удаление материала. Настройка и оптимизация параметров.
44. Внутренние эскизы и вложенные опорные элементы. Создание вложенных опорных элементов.

45. Базовые операции трехмерного моделирования. Внешние и вложенные вспомогательные элементы. Создание элементов «протягивание вдоль траектории» и «протягивание переменного сечения», задание необходимых вспомогательных элементов. Создание протяжек вдоль открытой траектории. Протяжки по замкнутому контуру.

46. Создание элемента «сопряжение», задание необходимых вспомогательных элементов. Создание элемента сопряжения набором параллельных сечений. Инструменты управления сопряжениями.

47. Назначение и классификация вспомогательных операций. Ограничения по применению. Редактирование геометрии объемных тел. Операция построения элементов «отверстие». Создание соосных, линейных, радиальных и диаметральных отверстий. Управление формой отверстия.

48. Вспомогательные операции трехмерного моделирования, редактирование геометрии объемных тел. Операции построения элементов «оболочка», «уклон». Создание оболочек, уклонов. Создание уклонов с разбиением поверхности. Нейтрали уклона и направление выталкивания.

49. Вспомогательные операции трехмерного моделирования, редактирование геометрии объемных тел. Операции построения элементов «ребро профиля», «скругление ребра», «скругление поверхностей», «фаска». Наборы скруглений.

50. Вспомогательные операции трехмерного моделирования, редактирование геометрии объемных тел. Операции построения элемента «фаска». Создание фаски по кромке. Различные размерные схемы фасок. Наборы фасок.

Вопросы к экзамену (6 семестр)

1. Принципы работы в CREO Parametric. Принцип параметрического моделирования. Принцип ассоциативности. Принцип централизации модели. Типы файлов и их расширения.

2. Основные элементы интерфейса САПР CREO Parametric пользователя. Навигатор папок. WEB навигатор. Настройка рабочей папки. Управление файлами. Инструментальная лента.

3. Настройка пользовательского САПР CREO Parametric. Многооконная среда. Управление файлами моделей. Показ опорных элементов. Стили отображения. Операции копирование твердых элементов.

4. Группирование элементов. Простое копирование элементов и функции специальной вставки: перемещение, вращение и масштабирование скопированных элементов. Зеркальное отражение элементов твердых тел и деталей.

5. Операции копирование твердых элементов. Создание и редактирование различных типов массивов элементов. Создание линейного, кругового, концентрического и смешанного массивов. Массив по привязке. Удаление массивов и отдельных членов массива.

6. Моделирование кривых и поверхностей. Моделирование кривых. Основные методы построения кривых: выполнение сплайна по точкам; описание уравнений в прямоугольной, цилиндрической и сферической системах координат; построение кривых на основе ранее выполненных сечений.
7. Моделирование, анализ и области применения поверхностей. Методы моделирования поверхностей с использованием стандартных операций построения трехмерной геометрии: вытягивание, вращение, сопряжение сечений и вытягивание вдоль траектории.
8. Специальные методы построения поверхностей: сопряжение по кривым с указанием граничных опций, полное и частичное копирование граней твердотельных элементов. Удлинение, обрезка и сшивка поверхностей.
9. Моделирование, анализ, измерения и контроль. Просмотр и редактирование свойств модели. Единицы измерения. Анализ массовых свойств. Измерения в модели. Создание плоских разрезов. Поиск глобальных пересечений.
10. Моделирование сборок. Сборочные единицы (3D). Основные инструменты ориентации, закрепления и соединения компонентов в сборке. Основные возможности создания 3D-моделей сборочных элементов.
11. Моделирование сборок. Закрепление «по умолчанию». Ориентация компонентов относительно абсолютной системы координат сборки и ранее размещенных компонентов. Совпадение геометрии. Совпадение опорных элементов. Закрепление компонентов на заданном расстоянии.
12. Структура модели сборки: компоненты, их массивы и элементы, построение на уровне сборки. Отличительные особенности моделирования «сверху - вниз», «снизу - вверх», фрагментирование, детализировка.
13. Основные способы привязки элементов в сборке, описание степеней свободы. Использование координатных систем и создание сопряжений, основные возможности и ограничения по использованию. Ограничения «Параллельно», «Нормаль» и «Угловое смещение». Кинематическое перемещение элементов в сборке.
14. Сборка с соединениями. Подвижное соединение компонентов в сборке. Перетаскивание компонентов сборки.
15. Сборка с соединениями. Закрепление компонента с помощью соединения «Ползун». Обнаружение столкновений.
16. Сборка с соединениями. Закрепление компонента с помощью соединения «Штифт». Обнаружение столкновений.
17. Сборка с соединениями. Закрепление компонента с помощью соединения «Цилиндр». Обнаружение столкновений.
18. Разнесение сборок. Создание и управление разнесенными состояниями. Линии разнесения. Анимация разнесенных состояний. Создание видов разнесенной сборки.
19. Расположение компонентов сборки в пространстве модели для создания вида разнесенной сборки. Определение траекторий перемещения компонентов при сборке.

20. Исследование столкновений в сборке. Порядок действий при редактировании геометрии компонентов в контексте сборки. Основные направления редактирования геометрии деталей при построении 3D-моделей сборочных элементов. Анализ порядка сборки компонентов и возможных столкновений между ними.
21. Понятие гибких (коннекторных) связей адаптивных фрагментов, область применения. Анализ кинематики работы сборки и выявление столкновений при перемещении компонентов в пределах, определенных соединениями. Выбор активного компонента сборки. Редактирование модели компонента с использованием привязок эскизов и элементов в контексте модели сборки.
22. Основные возможности проверки геометрии трехмерных моделей и сборочных единиц. Обмен данными между приложениями САПР путем экспорта и импорта трехмерных объектов.
23. Параметризация и управление конструкторско – инженерным замыслом. Параметризация элементов модели и уравнения. Определение параметров геометрии элементов модели. Создание новых параметров. Задание связей между параметрами геометрии с помощью уравнений. Проверка возможности реализации уравнений.
24. Создание и управление слоями. Отображение слоев модели. Классификация и группировка элементов модели. Создание пользовательских слоев. Использование слоев для группового редактирования видимости объектов.
25. Отношения «родитель-потомок» между элементами, порядок построения модели. Управление конструкторским замыслом. Выбор привязок при создании и размещении элементов геометрии модели. Изменение геометрии элементов при изменении объектов привязки.
26. Сбои при перестроении модели в результате удаления объектов привязки или их изменения, приведшего к непригодности. Зависимость геометрии модели от порядка создания элементов. Управление конструкторским замыслом.
27. Основы автоматизации проектирования изделий и конструкций деталей в CREO. Создание таблиц семейств и элементов пользователя. Анализ исполнений однотипных деталей и разборка базовой модели с учетом возможности дальнейшего редактирования параметров на основе таблицы семейств.
28. Основные элементы таблицы семейств: параметры, размеры, элементы. Описание и просмотр исполнения деталей с помощью таблицы семейств. Создание, повторное использование и непараметрическое редактирование элементов пользователя.
29. Выполнение чертежей деталей и сборок на основе их трехмерных моделей в автоматизированном режиме. Шаблоны для создания чертежей деталей и сборок на стандартных форматах бумаги.
30. Принципы создания чертежей. Основы 2D ориентирования. Создание нового чертежа и применение формата.
31. Выполнение основных чертежных видов на основе трехмерной модели детали и сборки. Создание и ориентация общих видов. Дерево чертежа.

- Управление листами чертежа. Модели чертежа. Проекционные виды. Вид с разрезом. Выносной элемент. Дополнительные виды.
32. Создание чертежа с использованием шаблона. Изменение видов чертежа. Сборочные чертежи. Чертеж разнесенной сборки. Оформление чертежа. Элементы оформления чертежа. Создание таблиц из файла.
33. Редактирование свойств чертежных видов. Создание вспомогательных видов: разрезов, сечений, местных разрезов, выносных видов. Простановка размеров и создание аннотаций. Подготовка отчетов и оформление спецификаций.
34. Обозначение позиций на сборочных чертежах. Показ, стирание и удаление элементов оформления. Упорядочивание размеров. Управление размерами. Управляемые размеры. Текстовые надписи. Анализ ассоциативности чертежа. Публикация чертежей.
35. Оформление конструкторской документации (КД). Последовательность и основные правила оформления чертежей с помощью САПР. Использование слоев, уровней и приоритетов отображения. Создание и управление слоями. Использование слоев в модели детали. Состояния слоев. Использование слоев в модели сборки.
36. Основные и вспомогательные элементы оформления. Классификация элементов оформления КД, основные правила использования, способы редактирования модификации.
37. Автоматизация процесса оформления. Простановка размеров и допусков. Создание сборочных чертежей. Оформление сборочных чертежей. Отображение элементов. Спецификации. Автоматическое формирование спецификаций, настройка и редактирование.
38. Технические требования и характеристики. Сохранение и вывод на печать конструкторской документации, настройка. Совместная печать нескольких документов. Экспорт, импорт чертежей
39. Родительские отношения. Отношения между «Родителями» и «Потомками». Просмотр информации о родительских отношениях в детали.
40. Родительские отношения. Отношения между «Родителями» и «Потомками». Просмотр информации о родительских отношениях в сборке. Просмотр информации о модели, элементе и компоненте.
41. Управление конструкторским замыслом. Управление потомками удаленных и подавленных файлов. Переупорядочивание элементов. Вставка элементов. Переопределение элементов и эскизов.
42. Реализация конструкторского замысла в эскизах.
43. Реализация конструкторского замысла в элементах. Реализация конструкторского замысла в деталях.
44. Реализация конструкторского замысла в сборках.
45. Исправление ошибок регенерации. Идентификация ошибок. Анализ ошибок геометрии. Анализ ошибок открытых эскизов.
46. Исправление ошибок регенерации. Анализ ошибок, возникающих из-за недостающих привязок детали

47. Исправление ошибок регенерации. Анализ ошибок, возникающих из-за недостающих компонентов.
48. Исправление ошибок регенерации. Анализ ошибок, возникающих из-за недостающих привязок компонентов.
49. Исправление ошибок регенерации. Ошибки, вызванные неверными закреплениями компонентов в сборке.
50. Инструменты исправления ошибок. Восстановление моделей. Справочная система.

Вопросы к зачету (7 семестр)

1. Технологии трехмерного синтеза и оцифровки. 3D-печать. Подготовка модели изделия к печати.
2. Виды аддитивных технологий. Особенности конструирования изделий и оптимизация геометрии.
3. Подготовка трехмерной геометрии к выводу на печать. Основные структурные элементы геометрии, особенности настройки их параметров.
4. Определение технологических показателей материалов. Настройки оборудования и вывод на печать.
5. Критерии оценки качества конечного изделия.
6. Сканирование и оцифровка натурального объекта. Основные виды сканирования, достоинства и недостатки.
7. Оптическое сканирование, особенности подготовки натурального образца.
8. Процесс сканирования, основные операции и их последовательность. Обработка сканированных изображений.
9. Твердотельная цифровая модель. Качество сканирования.
10. Моделирование средств технологического оснащения. Классификация элементов и основных систем технологической оснастки.
11. Основные типы технологической оснастки и их структура.
12. Особенности моделирования геометрии формообразующих деталей и сборочных единиц
13. Использование параметризации и библиотек стандартных элементов. Выделение и подготовка геометрии типовых элементов.
14. Создание базы данных типовых деталей по размерам и конструктивному исполнению.
15. Составление библиотек типовых элементов.
16. Создание параметрических пакетов узлов оборудования. Использование библиотек типовых элементов для подготовки пакетов основных систем технологической оснастки.
17. Описание взаимосвязей между параметрами различных деталей.
18. Использование средств автоматической компоновки чертежей сборочных элементов для подготовки КД на оснастку.
19. Настройки параметров. Особенности оформления.
20. Моделирование основных технологических процессов и явлений при аддитивном синтезе. Процесс течения пластика при 3D-печати.

21. Моделирование процесса течения пластика при 3D - печати. Описание свойств материала.
22. Исходные данные, требования к геометрии, граничных условий, внешних факторов, настройки параметров анализа. Критерии остановки анализа. Результаты расчета и обработка.
23. Термоусадочные явления в области печати. Определение температурного поля в области печати.
24. Моделирование коробления модели при 3D-печати. Расчет силы отрыва модели от стола при 3D-печати. Описание свойств материала.
25. Исходные данные, требования к геометрии, граничные условия, внешние факторы, настройки параметров анализа. Критерии остановки анализа. Результаты расчета и обработка.
26. Анизотропия материалов аддитивного синтеза.
27. Моделирование аддитивного производства. Описание свойств материала.
28. Исходные данные, требования к геометрии, граничные условия, внешние факторы, настройки параметров анализа. Критерии остановки анализа. Результаты расчета и обработка.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Проектирование технологического оборудования для трехмерных технологий	«Материаловедение в машиностроении»	нет <hr/> И.Н.Степанкин	