Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 14.10.2023 12:57:45
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения

_____ /**Е. В. Сафонов**/
«15» сентября 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«САПР для инженерного анализа и производства художественно-промышленных объектов»

Направление подготовки
29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»

Профиль
Художественное проектирование и цифровые технологии в ювелирном производстве

Степень (Квалификация)
бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022

Программа дисциплины **«САПР для инженерного анализа и производства художественно-промышленных объектов»** составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки **29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»** и профилю подготовки **«Художественное проектирование и цифровые технологии в ювелирном производстве».**

Программу составил:

доц., к.т.н. _____/ В.В. Солохненко /

Программа дисциплины **«САПР для инженерного анализа и производства художественно-промышленных объектов»** по направлению **29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»** и профилю подготовки **«Художественное проектирование и цифровые технологии в ювелирном производстве»** утверждена на заседании кафедры
«29» августа 2022 г., протокол № 19-22
Зав. кафедрой доц., к.т.н. _____/ В.В Солохненко

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки **29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»** и профилю подготовки **«Художественное проектирование и цифровые технологии в ювелирном производстве»**
Доц., к.т.н. _____/ Д.С. Бурцев /
«31» августа 2022 г

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения
«13» 09 2022 г., протокол № 14-22

Председатель комиссии _____/А.Н. Васильев/

1. Цель освоения дисциплины

Освоение систем 3Д моделирования, инженерного анализа и подготовки производства промышленных и художественно – промышленных объектов, применяемых в области технологий художественной обработки материалов.

2. Задачи дисциплины

- Изучение системы 3Д моделирования T-FLEX CAD;
- Изучение систем инженерного анализа состояний объектов и хода технологических процессов во времени (анализ заполнения полости литейной формы жидким металлом, анализ распределения температуры и напряжений в форме при вытопке модельного состава и заливке формы и т.п.) – Полигон СОФТ, T-FLEX Анализ;
- Изучение систем подготовки 3Д моделей художественно – промышленных объектов к производству с использованием аддитивных технологий.

3. Место дисциплины в структуре программы бакалавриата

Дисциплина «САПР для инженерного анализа и производства художественно-промышленных объектов» относится к обязательной части блока 1 образовательной программы. Дисциплина «САПР для инженерного анализа и производства художественно-промышленных объектов» взаимосвязана логически и содержательно со следующими дисциплинами ООП:

В обязательной части: «Компьютерный практикум по инженерной графике», «Компьютерное моделирование художественно-промышленных объектов», «Современные технологии художественной обработки материалов»;

В части, формируемой участниками образовательных отношений: «Оборудование для технологий художественной обработки»;

В части элективных дисциплин: «Оборудование специальных методов литья художественных изделий», «Технологическое обеспечение и расчёты литейных процессов», «Технологическое обеспечение и расчеты технологических параметров художественной обработки».

4. Планируемые результаты, достигаемые при освоении дисциплины «САПР для инженерного анализа и производства изделий промышленного дизайна»

В результате освоения дисциплины, на основании достигнутых результатов, формируются следующие компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийсядолжен обладать	Перечень планируемых результатовобучения по дисциплине
ОПК - 4	способностью использования современных информационных технологий и прикладных программных средств, при решении задач производства художественно-промышленных объектов иих реставрации	**знать:** - компьютерные программы, применяемые в области технологий художественной обработки материалов для 3Д моделирования, инженерного анализа и подготовки 3Д моделей художественно – промышленных объектов к производству с использованием аддитивных технологий; - возможности и области применения компьютерных программ; - особенности работы программ T-FLEX CAD, T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - этапы подготовки, расчёта и анализа результатов в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - особенности и этапы работы в программах подготовки производства с использованием аддитивных технологий; - алгоритмы расчетов, заложенные в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - переменные алгоритмов, влияющие на результаты инженерного анализа; **уметь:** - выбирать компьютерные программы, в соответствии с поставленной задачей; - реализовывать поставленную задачу, с использованием компьютерных программ T-FLEX CAD и Полигон СОФТ.

		- проводить инженерные расчёты, реализованные в системах Т-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - управлять расчётами в системах Т-FLEX Анализ и Полигон СОФТ, путём изменения материалов, свойств материалов, начальных и граничных условий расчётов и 3Д моделей художественно – промышленных объектов; - осуществлять подготовку 3Д моделей художественно – промышленных объектов к производству с использованием аддитивных технологий. **владеть:** - навыками уверенной работы в системах Т-FLEX и Полигон СОФТ; основами проведения различных расчётов(тепловых, силовых, и т.п.) в системах Т-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - навыками анализа и выбора начальных и граничных условий расчётов в системах Т- FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - навыками представления результатов расчётов в системах Т-FLEX Анализ и Полигон СОФТ.

5. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины (приложение 1) составляет **14** зачетных единиц (**504** академических часа). Из них: лекций - **126** часа, лабораторных занятий **108** часов и **270** часа самостоятельной работы студентов, форма контроля в зависимости от семестра: 4,6 семестры – зачёт, 5, 7 - экзамен.

5.1 Содержание разделов дисциплины

5.1.1 Лекционные занятия

1. Общие сведения о видах проецирования.
2. Проецирование точки, отрезка и фигур на плоскости. Аксонометрические проекции. Проекции геометрических тел
3. Понятие чертежа. Машиностроительные чертежи.
4. Изображения – виды, разрезы, сечения.
5. Графическое обозначения материалов в сечениях. Условности и упрощения в чертежах.
6. Виды резьб и их обозначения.
7. Стандартные резьбовые крепёжные детали. Резьбовые соединения. Условные обозначения резьбовых деталей и резьбовых соединений.
8. Разъёмные и неразъёмные соединения деталей и их обозначения на чертежах.
9. Разъёмные и неразъёмные соединения деталей и их обозначения на чертежах.
10. Особенности нанесения размеров на чертежи деталей.
11. Основные сведения о допусках и посадках. Обозначения допусков и посадок на чертежах.
12. Основные сведения о допусках и посадках. Обозначения допусков и посадок на чертежах.
13. Шероховатость поверхности и покрытия на деталях.
14. Текстовые надписи на чертежах.
15. Эскизы и схемы.
16. Понятие инженерного проектирования и его место в жизненном цикле объекта проектирования. Методы проектирования. Стадии проектирования
17. Понятие САПР. Виды САПР - CAD, CAE, CAM – системы, системы промышленного дизайна и системы специального назначения.
18. Методы создания чертежей. Параметрические и непараметрические чертежи. Назначение, применение и особенности создания.
19. Понятия модели и моделирования.
20. Виды 3Д моделей, методов моделирования и систем 3Д моделирования.
21. 3Д моделирование в машиностроительных CAD – системах. Методы создания 3Д моделей (на примере системы TFLEX CAD).
22. Базовые команды для создания 3Д тел и особенности работы с ними.
23. Команды для создания 3Д тел сложной конфигурации и особенности работы с ними.
24. Команды для изменения существующих 3Д тел и особенности работы с ними.
25. Специальные команды 3Д моделирования в системе T-FLEX CAD.

26. 3Д сборка в системе T-FLEX CAD.

27. CAE - системы. Общая структура. Виды и области использования. Место CAE – систем в жизненном цикле объекта проектирования и особенности применения.

28. Виды литейных форм и особенности литниково-питающих систем.

29. Литниково-питающие системы для неразъёмных форм. Виды и конструкции.

30. Анализ конструкции отливки и методы упрощения её конфигурации. Метод приведённых размеров. Метод приведённых объёмов.

31. Подбор литниково-питающей системы и её элементов для отливки. Методы расчёта элементов литниково- питающих систем для неразъёмных форм.

32. Структура CAE – систем для моделирования заливки и затвердевания металла (на примере Полигон СОФТ).

33. Подготовка 3Д модели к анализу в CAE – системах. Создание и редактирование сетки конечных элементов.

34. Подготовка 3Д модели к анализу в CAE – системах. Создание и редактирование сетки конечных элементов.

35. Начальные и граничные условия моделирования. Работа с материалами и их свойствами. Настройка параметров моделирования.

36. Анализ результатов моделирования и их представление.

37. Представление отчёта о результатах моделирование заливки и затвердевания металла в разъёмной форме.

38. Литниково-питающие системы для разъёмных форм. Виды и конструкции.

39. Анализ конструкции отливки, подбор литниково-питающей систем и её элементов. Методы расчёта элементов литниково-питающих систем для неразъёмных форм.

40. Затвердевание отливки в разъёмной форме. Понятие о питании отливки металлом.

41. Применение прибылей для получения качественной отливки. Выбор мест установки и расчёт прибылей.

42. Применение холодильников для получения качественной отливки. Выбор мест установки и расчёт холодильников.

43. Применение CAE – систем для решения нестандартных задач моделирования

44. Особенности применение CAD – систем при разработке оборудования для Т.Х.О.М. (на примере системы TFLEX CAD)

45. Особенности применение CAD – систем при разработке плакировок производственных помещений для Т.Х.О.М. (на примере системы TFLEX CAD)

5.1.2 Практические занятия

1. Описание системы T-FLEX CAD. Окна и панели управления системой. Основные понятия и элементы, используемые при создании документации

2. Методы создания чертежей. Параметрические и непараметрические чертежи. Назначение, применение и особенности создания.

3. Создание простых чертежей;
4. Создание чертежей с разрезами и дополнительными видами;
5. Создание сборочных чертежей;
6. Создание параметрических чертежей.
7. Создание схем.

1. 3Д моделирование в T-FLEX CAD с использованием базовых операций;
2. 3Д моделирование в T-FLEX CAD с использованием булевых операций;
3. 3Д моделирование в T-FLEX CAD с использованием операций «Трубопровод», «Тело по траектории», Тело по сечениям»;
4. Моделирование процесса заливки и затвердевания металла в разъёмной форме.

Этапы выполнения:

4.1. Создание 3Д модели отливки;
4.2. Создание 3Д модели литниково – питающей системы для отливки;
4.3. Моделирование заливки и затвердевания металла.

5. Моделирование процесса заливки и затвердевания металла в неразъёмной форме.

Этапы выполнения:

5.1. Создание 3Д модели отливки;
5.2. Создание 3Д модели литниково – питающей системы для отливки;
5.3. Моделирование заливки и затвердевания металла.

6. Разработка чертежа / 3Д модели / схемы оборудования для Т.Х.О.М.
7. Разработка плакировок производственных помещений для Т.Х.О.М.

5. Образовательные технологии

Освоение дисциплины предусматривает использование активных и интерактивных форм проведения занятий. В ходе лекционных занятий рассматривают и обсуждают конкретные примеры моделирования физических процессов в CAE – системах, примеры программ обработки и их написания.

Практические занятия и самостоятельная работа студентов предполагает выполнения ряда этапов лабораторных работ вне аудиторных занятий. Это достигается благодаря использованию учебной версия системы T-FLEX CAD, находящейся в свободном доступе на официальном сайте разработчика. Кроме

этого самостоятельная работа студентов включает ознакомление с электронными источниками и видеоматериалами, без которых невозможно выполнение лабораторных работ.

В процессе изучения дисциплины могут применяться дистанционные образовательные технологии. Курс в системе LMS, разработанный как дополнение к аудиторной работе преподавателя с обучающимися:

- https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9708;
- https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=1890

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Контроль текущего уровня освоения дисциплины происходит на каждом этапе выполнения задания. Примеры заданий представлены в приложении 2. Выполнение всех этапов задания в срок является допуском студента к сдаче экзамена или основанием для получения зачёта.

Формой промежуточной аттестации является экзамен или зачёт. Варианты заданий и экзаменационные билеты приведены в приложении 2.

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

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК - 4	способностью использования современных информационных технологий и прикладных программных средств, при решении задач производства художественно-промышленных объектов и их реставрации

Компетенция ОПК – 4 формируется в процессе освоения разделов дисциплины и выполнения практических заданий.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания.

Уровень формирования компетенции ОПК – 4 определяется достижением обучающимися, результатов определённых планом лекций и лабораторных работ.

ОПК – 4 - способностью использования современных информационных технологий и прикладных программных средств, при решении задач производства художественно-промышленных объектов и их реставрации				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: - компьютерные программы, применяемые в области технологий художественной обработки материалов для 3Д моделирования, инженерного анализа и подготовки 3Д	Обучающийся не может: - Продемонстрировать знания видов и возможностей компьютерных программ, применяемых для черчения, 3Д моделирования, инженерного анализа и подготовки 3Д	Обучающийся не может: - Продемонстрировать знания видов и возможностей компьютерных программ, применяемых для черчения, 3Д моделирования, инженерного анализа и подготовки 3Д моделей	Обучающийся не может: - В полной мере продемонстрировать знания видов и возможностей компьютерных программ, применяемых для черчения, 3Д моделирования, инженерного анализа и подготовки 3Д	Обучающийся демонстрирует: - Знания видов и возможностей компьютерных программ, применяемых для черчения, 3Д моделирования, инженерного анализа;

моделей художественно – промышленных объектов к производству с использованием аддитивных технологий; - возможности и области применения компьютерных программ; - особенности работы программ T-FLEX CAD, T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - этапы подготовки, расчёта и анализа результатов в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - особенности и этапы работы в программах подготовки производства с использованием аддитивных технологий; - алгоритмы расчетов, заложенные в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - переменные алгоритмов, влияющие на результаты инженерного анализа.	моделей художественно – промышленных объектов к производству с использованием аддитивных технологий; - Основных команд, применяемых для создания 3Д моделей, чертёжной и пояснительной документации объектов в системе T-FLEX CAD; - Особенностей и этапов подготовки, расчёта и анализа результатов в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - Этапов работы в программах подготовки 3Д моделей художественно – промышленных объектов к производству с использованием аддитивных технологий; продемонстрировать знания алгоритмов, заложенных в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ, переменных и свойств материалов, влияющих на	художественно – промышленных объектов к производству с использованием аддитивных технологий; - Продемонстрировать знания основных команд, применяемых для создания 3Д моделей, чертёжной и пояснительной документации объектов в системе T-FLEX CAD. Обучающийся не может продемонстрировать знания: - Особенностей и этапов подготовки, расчёта и анализа результатов в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - Этапов работы в программах подготовки 3Д моделей художественно – промышленных объектов к производству с использованием аддитивных технологий; - Продемонстрировать знания алгоритмов, заложенных в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ,	моделей художественно – промышленных объектов к производству с использованием аддитивных технологий; - Продемонстрировать знания основных команд, применяемых для создания 3Д моделей, чертёжной и пояснительной документации объектов в системе T-FLEX CAD. Обучающийся не может в полной мере продемонстрировать знания: - Особенностей и этапов подготовки, расчёта и анализа результатов в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - Продемонстрировать знания алгоритмов, заложенных в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ, переменных и свойств материалов, влияющих на результаты инженерного анализа.	- Основных команд, применяемых для создания 3Д моделей, чертёжной и пояснительной документации объектов в системе T-FLEX CAD; - Особенностей и этапов подготовки, расчёта и анализа результатов в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - Этапов работы в программах подготовки 3Д моделей художественно – промышленных объектов к производству с использованием аддитивных технологий; - Алгоритмов, заложенных в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ, переменных и свойств материалов, влияющих на результаты инженерного анализа

	результаты инженерного анализа.	переменных и свойств материалов, влияющих на результаты инженерного анализа.		
уметь: - выбирать компьютерные программы, в соответствии с поставленной задачей; - реализовывать поставленную задачу, с использованием компьютерных программ T-FLEX CAD и Полигон СОФТ. - проводить инженерные расчёты, реализованные в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - управлять расчётами в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ, путём изменения материалов, свойств материалов, начальных и граничных условий расчётов и 3Д моделей художественно – промышленных объектов; - осуществлять подготовку 3Д моделей художественно – промышленных	Обучающийся не способен: - Грамотно выбрать компьютерную программу для реализации поставленной задачи и объяснить свой выбор. Обучающийся не способен реализовывать поставленную задачу в системах T-FLEX CAD и Полигон СОФТ; - Грамотно выбирать и применять команды для создания 3Д моделей, а так же чертёжной и пояснительной документации, отвечающей требованиям ЕСКД в системе T-FLEX CAD; - Проводить инженерные расчёты в системе Полигон СОФТ; - Управлять расчётами в системе Полигон СОФТ, дополнять и изменять	Обучающийся способен выбрать компьютерную программу для реализации поставленной задачи, но не способен объяснить свой выбор. Обучающийся способен реализовывать поставленную задачу в системах T-FLEX CAD и Полигон СОФТ с незначительными ошибками геометрии 3Д модели и результатов инженерного анализа. Обучающийся способен выбрать и использовать отдельные команды для создания 3Д моделей, а так же чертёжной и пояснительной документации, отвечающей требованиям ЕСКД в системе T-FLEX CAD. Обучающийся не способен проводить инженерные расчёты в системе	Обучающийся способен выбрать компьютерную программу для реализации поставленной задачи и объяснить свой выбор. Обучающийся способен реализовывать поставленную задачу в системах T-FLEX CAD и Полигон СОФТ с незначительными ошибками геометрии 3Д модели и результатов инженерного анализа. способен выбрать и использовать отдельные команды для создания 3Д моделей, а так же чертёжной и пояснительной документации, отвечающей требованиям ЕСКД в системе T-FLEX CAD. Обучающийся не способен самостоятельно проводить инженерные расчёты в системе Полигон СОФТ. Обучающийся	Обучающийся способен выбрать компьютерную программу для реализации поставленной задачи и объяснить свой выбор. Обучающийся способен реализовывать поставленную задачу в системах T-FLEX CAD и Полигон СОФТ без ошибок. Обучающийся способен выбрать и использовать команды для создания 3Д моделей, а так же чертёжной и пояснительной документации, отвечающей требованиям ЕСКД в системе T-FLEX CAD, а так же проводить инженерные расчёты в системе Полигон СОФТ.

объектов к производству с использованием аддитивных технологий.	свойства материалов библиотек системы Полигон СОФТ.	Полигон СОФТ. Обучающийся не способен, осознано управлять расчётами в системе Полигон СОФТ. Обучающийся не способен дополнять и изменять свойства материалов библиотек системы Полигон СОФТ.	способен управлять расчётами в системе Полигон СОФТ. Обучающийся не способен осознанно дополнять и изменять свойства материалов библиотек системы Полигон СОФТ.	Обучающийся способен управлять расчётами в системе Полигон СОФТ, дополнять и изменять свойства материалов библиотек системы Полигон СОФТ.
владеть: - навыками уверенной работы в системах T-FLEX и Полигон СОФТ; - основами проведения различных расчётов (тепловых, силовых, и т.п.) в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - навыками анализа и выбора начальных и граничных условий расчётов в системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ; - навыками представления результатов расчётовв системах T-FLEX Анализ и Полигон СОФТ.	Обучающийся не владеет навыками работы в системах T-FLEX CAD и Полигон СОФТ, позволяющими реализовать поставленную практическую задачу. Обучающийся не владеет: - Навыками использования команд для создания 3Д моделей, чертёжной и пояснительной документации в системе T-FLEX CAD; - Основами проведения расчётов в системе Полигон СОФТ. Обучающийся не владеет навыками создания чертёжной и	Навыки обучающегося не позволяют реализовать поставленную практическую задачу (создание чертежа, 3Д модели, иное) в системах T-FLEX CAD и Полигон СОФТ без ошибок геометрии 3Д модели и результатов инженерного анализа. Навыки владения командами систем T-FLEX CAD, Полигон СОФТ не позволяют создавать 3Д модели проводить инженерные расчёты без ошибок геометрии 3Д модели и результатов расчётов. Обучающийся владеет: - Навыками создания	Навыки обучающегося позволяют реализовать поставленную практическую задачу (создание чертежа, 3Д модели, иное) в системах T-FLEX CAD и Полигон СОФТ с незначительными ошибками геометрии 3Д модели и результатов инженерного анализа. Навыки владения командами систем T-FLEX CAD, Полигон СОФТ позволяют создать 3Д модель объекта с незначительными ошибками геометрии 3Д модели и неточностями результатов расчётов. Обучающийся	Навыки обучающегося позволяют реализовать поставленную практическую задачу (создание чертежа, 3Д модели, иное) в системах T-FLEX CAD и Полигон СОФТ без ошибок. Навыки владения командами систем T-FLEX CAD, Полигон СОФТ позволяют создать 3Д модель и получать результаты расчётов без ошибок. Обучающийся владеет: - Навыками создания чертёжной и

	пояснительной документации различного назначения. Обучающийся не владеет навыками изменения свойств материалов в библиотеках системы Полигон СОФТ. Обучающийся не владеет навыками анализа и выбора начальных и граничных условий расчётов в системе Полигон СОФТ, а так же навыками представления результатов расчётов.	чертёжной и пояснительной документации различного назначения; - Навыками анализа и выбора начальных и граничных условий расчётов в системе Полигон СОФТ; Обучающийся не владеет: - Навыками представления результатов расчётов в системе Полигон СОФТ; - Навыками изменения свойств материалов в библиотеках системы Полигон СОФТ.	владеет: - Навыками создания чертёжной и пояснительной документации различного назначения; - Навыками анализа и выбора начальных и граничных условий расчётов в системе Полигон СОФТ; - Навыками представления результатов расчётов в системе Полигон СОФТ; Обучающийся не владеет: - Навыками изменения свойств материалов в библиотеках системы Полигон СОФТ.	пояснительной документации различного назначения; - Навыками анализа и выбора начальных и граничных условий расчётов в системе Полигон СОФТ; - Навыками представления результатов расчётов в системе Полигон СОФТ; - Навыками изменения свойств материалов в библиотеках системы Полигон СОФТ.

Форма промежуточной аттестации зависит от семестра. На четвёртом, шестом – зачёт, на пятом и седьмом семестрах – экзамен.

Для экзамена и зачёта разработаны комплект билетов и вопросов из трёх пунктов – теоретического вопроса (**«знать»**) и двух практических заданий (**«уметь»**, **«владеть»**). Практические задания включают в себя разделы создания 3Д моделей, подготовки 3Д моделей к инженерному анализу, запуск и представление результатов анализа.

Так как дисциплина ориентирована в первую очередь на практическое освоение систем проектирования и моделирования, практические задания обладают доминирующей значимостью, что отражено в критериях оценивания:

- Зачёт (4, 6-й семестр)

Оценка	Требования
Зачтено	- Обучающийся выполнил все лабораторные работы; - Обучающийся дал ответ на теоретический вопрос; - Обучающийся выполнил два практических задания, полностью.
Не зачтено	- Обучающийся выполнил все лабораторные работы; - Обучающийся не дал ответа на теоретический вопрос; - Обучающийся не выполнил практических заданий.

- Экзамен (5, 7-й семестры)

Оценка	Требования
Отлично	- Обучающийся выполнил все лабораторные работы; - Обучающийся дал ответ на теоретический вопрос; - Обучающийся выполнил два практических задания, полностью.
Хорошо	- Обучающийся выполнил все лабораторные работы; - Обучающийся не смог полностью раскрыть теоретический вопрос; - Обучающийся выполнил два практических задания, полностью или с незначительными ошибками.
Удовлетворительно	- Обучающийся выполнил все лабораторные работы; - Обучающийся не дал ответа на теоретический вопрос; - Обучающийся выполнил одно практическое задание полностью или два с незначительными ошибками.
Неудовлетворительно	- Обучающийся выполнил все лабораторные работы; - Обучающийся не дал ответа на теоретический вопрос; - Обучающийся не выполнил практических заданий.

Практическая направленность дисциплины позволяет проводить экзамен в формате WorldSkills. Экзамен полностью обеспечивает проверку формирования компетенции ОПК – 4 и по классификации WorldSkills относится к компетенциям «Владение CAD системами» и «Реверс инжиниринг».

Для реализации экзамена разработано задание, комплекс показателей и критериев оценивания, а так же бально – рейтинговая система оценки. Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

Для оценки уровня формирования компетенции ОПК – 4 разработаны субъективные и объективные показатели оценивания. Выполненное задание сравнивают с эталонами (изделием, 3Д моделями, чертежами).

Максимальное количество баллов, которое возможно получить за выполнение задания – 100 баллов. Перевод баллов в оценки осуществляют следующим образом:

Количество баллов	Оценка
100…85	отлично
84…70	хорошо
69…55	удовлетворительно
менее 55	неудовлетворительно

Экзамен состоит из трёх частей (модулей). Каждый модуль отдельно оценивается по 100 бальной системе итоговая количество баллов как среднее значение всех трёх модулей.

№	Показатели оценивания	Описание		Вид	Применение	Значимость
1	Количество элементов, составляющих изделие (я) соответствует эталону	Любое изделие сложной конфигурации представляет собой комбинацию тел простой формы, составляющих вместе дизайн изделия. Потому при оценке дизайна изделия по 3Д модели количество простых тел (3Д операций), составляющих 3Д модель изделия является субъективным критерием оценки.		Субъективный	3Д модель	10
2	Выдержаны основные пропорции элементов изделия (й) в сравнении с эталоном	Измерение изделия или её 3Д модели не позволяет определить все размеры составляющих его элементов. Поэтому, степень сходства 3Д модели с эталонной является субъективным критерием оценки её дизайна.		Субъективный	3Д модель	30
3	Отклонения от номинала основных размеров изделия (й)	не превышают: 5 размеров на ±2мм	10	Объективный	3Д модель / Чертёж	20
		не превышают: 5 размеров на ±1.5мм	15			
		не превышают: 5 размеров на ±1мм	20			
4	В размерах мест сопряжений элементов изделий учтены допуски на сборку	Не учтены допуски на сборку	0	Объективный	3Д модель / Чертёж	5
		Учтены допуски на сборку	5			
5	Конструкция крепёжных отверстий и вид элементов крепежа не нарушают дизайна изделия (й)	Для сборки изделия могут быть использованы стандартные элементы разных типов (потайные винты, винты с полукруглой головкой и пр.). Поэтому тип выбранного крепления, его заметность и влияние на дизайн изделия являются субъективным критерием оценки.		Субъективный	3Д модель / Чертёж	5
6	Виды и разрезы на чертеже (ах) ясно показывают конфигурацию элементов изделия (й) во всех измерениях, а так же места сопряжений элементов между собой и способы их скрепления.	Присутствуют только основные виды, отсутствуют разрезы оригинальных элементов изделия	5	Объективный	Чертёж	15
		Отсутствует половина видов и разрезов оригинальных элементов изделия / Не показаны места сопряжения элементов между собой (сборочный чертёж)	7			
		Виды и разрезы показывают конфигурацию всех оригинальных элементов составляющих изделие	15			

7	Места установки размеров и их расположение не соответствуют требованиям ЕСКД	Размеры не являются нормальными, 50 % размеров пересекаются друг с другом и/или установлены на невидимых элементах изделия	0	Объективный	Чертёж	10
		20 % размеров пересекаются друг с другом	5			
		Размеры являются нормальными, установлены на видимых элементах и не пересекают друг друга	10			
8	Чертёж (и) изделия (й) отвечает требованиям ЕСКД	ЕСКД содержит рекомендации по созданию и оформлению чертежей. Однако для каждого конкретного чертежа, количество видов и их расположение накладывают свои ограничения на места расположения размеров их количество, места расположения позиций и пр. Поэтому степень соответствия чертежа нормам ЕСКД является субъективным критерием оценки.		Субъективный	Чертёж	5
ИТОГО:						100

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. ЗАО «Топ Системы». Руководство пользователя T-FLEX CAD. Трёхмерное моделирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tflexcad.ru/download/documentation/;
2. ЗАО «Топ Системы». T-FLEX Анализ. Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tflexcad.ru/download/documentation/.

б) дополнительная литература

1. Бунаков, П.Ю. Сквозное проектирование в T-FLEX [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 400 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1310;
2. Планета CAM. Информационно – аналитический электронный журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://planetacam.ru/college/learn/1-1/;
3. Casting simulation software. Всё о моделировании литейных процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.castsoft.ru/index.html.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс (АВ 1511) оснащён достаточным количеством рабочих мест и интерактивной доской, что позволяет проводить лекционные занятия и практические занятия с группой студентов.

Практические занятия проводят с использованием лицензионных версий программных продуктов:

№	Наименование ПО	№ номер лицензии, № договора, № сертификата, соглашение о свободном использовании	Ко-во раб. Мест
1	T-FLEX CAD 12 Сборка 12.0.70.0	A00006365	10
2	T-FLEX Анализ (Тепловой анализ)	E00005934	5
3	Полигон СОФТ	№ 20-12/12 бессрочная	3
4	RhinoCAM ProLab V40	Договор № 18-09/14 бессрочная	10

10. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов включает в себя:

1. Изучение электронных источников и видеоматериалов по указанной теме;
2. Выполнение определённых этапов лабораторных работ.

В ходе самостоятельной работы студенты строят требуемые 3Д модели. Проводят изучение рекомендуемых электронных источников и видеоматериалов, на основании которых разрабатывают конструкции литниково – питающих систем и модельных плит.

11. Методические рекомендации для преподавателя

Дисциплина «САПР для инженерного анализа и производства художественно-промышленных объектов» ориентирована на практическое изучение систем инженерного анализа состояний объектов и физических процессов, которые применяют в области литейного производства и технологий художественной обработки материалов. В данной программе формирование компетенции ОПК – 4 достигается изучением двух систем - Т – FLEX CAD и Полигон СОФТ.

Однако спектр систем, применяемых в области технологий художественной обработки материалов, очень широк и разнообразен. Поэтому, для освоения компетенций в рамках указанной дисциплины, могут применяться другие системы, рекомендованные профессионалами или применяемые на предприятиях сферы технологий художественной обработки материалов.

При изучении дисциплины рекомендуется распределить работу студентов в следующем соотношении – 1/3 создание экспериментальных 3Д моделей, 2/3 - проведение инженерного анализа и написание программ обработки для построенных 3Д моделей. Такая структура позволяет охватить все этапы создания любого объекта.

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины **«САПР для инженерного анализа и производства художественно-промышленных объектов».** Направление подготовки **29.03.04 - «Технология художественной обработки материалов»**. Профиль подготовки - **«Современные технологии производства художественно-промышленных объектов»**. Квалификация (степень) - **Бакалавр**.

Раздел	**Семестр**	**Неделя семестра**	**Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах**					**Виды самостоятельной работы студентов**					**Формы аттес-тации**	
			Л	**П/ С**	**Лаб**	**СРС**	**КСР**	**К.Р.**	**К.П.**	**РГР**	**Рефр.**	**К/р**	**Э**	**З**
Лекция № 1. Общие сведения о видах проецирования.	4	1	2											
Лекция № 2. Проецирование точки, отрезка и фигур на плоскости. Аксонометрические проекции. Проекции геометрических тел	4	2			2	4								
Практическоезанятие№1.Описание системы T-FLEX CAD. Окна и панели управления системой. Основные понятия и элементы, используемые при создании документации.					2									
Лекция № 3. Понятие чертежа. Машиностроительные чертежи.	4	3	2											

Лекция № 4. Изображения – виды, разрезы, сечения.	4	4	2			4									
Практическоезанятие№ 2. Описание системы T-FLEX CAD. Окна и панели управления системой. Основные понятия и элементы, используемые при создании документации.					2										
Лекция № 5. Изображения – виды, разрезы, сечения.	4	5	2												
Лекция № 6. Графическое обозначения материалов в сечениях. Условности и упрощения в чертежах.	4	6	2			4									
Практическоезанятие № 3.Методы создания чертежей. Параметрические и непараметрические чертежи. Назначение, применение и особенности создания.					2										
Лекция № 7. Виды резьб и их обозначения.	4	7	2												
Лекция № 8. Стандартные резьбовые крепёжные детали. Резьбовые соединения. Условные обозначения резьбовых деталей и резьбовых соединений.	4	8	2			4									
Практическоезанятие № 4.Создание простых чертежей.					2										
Лекция № 9. Разъёмные и неразъёмные соединения деталей и их обозначения на чертежах.	4	9	2												
Лекция № 10. Разъёмные и неразъёмные соединения деталей и их обозначения на чертежах.	4	10	2			4									
Практическоезанятие № 5.Создание простых чертежей.					2										
Лекция № 11. Особенности нанесения размеров на чертежи деталей.	4	11	2												

Лекция № 12. Основные сведения о допусках и посадках. Обозначения допусков и посадок на чертежах.	4	12	2			4									
Практическоезанятие № 6.Создание простых чертежей.					2										
Лекция № 13. Основные сведения о допусках и посадках. Обозначения допусков и посадок на чертежах.	4	13	2												
Лекция № 14. Шероховатость поверхности и покрытия на деталях.	4	14	2			4									
Практическоезанятие № 7.Создание чертежей с разрезами и дополнительными видами.					2										
Лекция № 15. Текстовые надписи на чертежах.	4	15	2												
Лекция № 16. Эскизы и схемы.	4	16	2			4									
Практическоезанятие № 8.Создание чертежей с разрезами и дополнительными видами.					2										
Лекция № 17. Понятие инженерного проектирования и его место в жизненном цикле объекта проектирования. Методы проектирования. Стадии проектирования	4	17	2												
Лекция № 18. Понятие инженерного проектирования и его место в жизненном цикле объекта проектирования. Методы проектирования. Стадии проектирования	4	18	2			4									
Практическоезанятие № 9.Создание чертежей с разрезами и дополнительными видами.					2										3
Лекция № 19. Понятие САПР. Виды САПР - CAD, CAE, CAM – системы, системы промышленного дизайна и системы специального назначения.	5	1	2			4									
Практическоезанятие № 10.Создание сборочных чертежей.					2										

Лекция № 20. Понятие САПР. Виды САПР - CAD, CAE, CAM – системы, системы промышленного дизайна и системы специального назначения.	5	2	2			4									
Практическоезанятие № 11.Создание сборочных чертежей.					2										
Лекция № 21. Методы создания чертежей. Параметрические и непараметрические чертежи. Назначение, применение и особенности создания.	5	3	2			4									
Практическоезанятие № 12.Создание сборочных чертежей.					2										
Лекция № 22. Методы создания чертежей. Параметрические и непараметрические чертежи. Назначение, применение и особенности создания.	5	4	2			4									
Практическое занятие № 13. Создание сборочных чертежей.					2										
Лекция № 23. Методы создания чертежей. Параметрические и непараметрические чертежи. Назначение, применение и особенности создания.	5	5	2			4									
Практическое занятие № 14. Создание параметрических чертежей.					2										
Лекция № 24. Понятия модели и моделирования.	5	6	2			4									
Практическое занятие № 15. Создание параметрических чертежей.					2										
Лекция № 25. Виды 3Д моделей, методов моделирования и систем 3Д моделирования.	5	7	2			4									
Практическое занятие № 16. Создание параметрических чертежей.					2										
Лекция № 26. 3Д моделирование в машиностроительных CAD – системах. Методы создания 3Д моделей (на примере системы TFLEX CAD).	5	8	2			4									

Практическое занятие № 17. Создание параметрических чертежей.					2									
Лекция № 27. Базовые команды для создания 3Д тел и особенности работы с ними.	5	9	2			4								
Практическоезанятие № 18.Создание схем.					2									
Лекция № 28. Базовые команды для создания 3Д тел и особенности работы с ними.	5	10	2			4								
Практическоезанятие № 19.Создание схем.					2									
Лекция № 29. Команды для создания 3Д тел сложной конфигурации и особенности работы с ними.	5	11	2			4								
Практическоезанятие № 20.3Д моделирование в TFLEX CAD с использованием базовых операций.					2									
Лекция № 30. Команды для создания 3Д тел сложной конфигурации и особенности работы с ними.	5	12	2			4								
Практическоезанятие № 21.3Д моделирование в TFLEX CAD с использованием базовых операций.					2									
Лекция № 31. Команды для создания 3Д тел сложной конфигурации и особенности работы с ними.	5	13	2			4								
Практическоезанятие № 22. 3Д моделирование в TFLEX CAD с использованием булевых операций.					2									
Лекция № 32. Команды для изменения существующих 3Д тел и особенности работы с ними.	5	14	2			4								
Практическоезанятие № 23. 3Д моделирование в TFLEX CAD с использованием булевых операций.					2									
Лекция № 33. Команды для изменения существующих 3Д тел и особенности работы с ними.	5	15	2			4								

Практическоезанятие № 24.3Д моделирование в TFLEX CAD с использованием операций «Трубопровод», «Тело по траектории», Тело по сечениям»..					2									
Лекция № 34. Специальные команды 3Д моделирования в системе T-FLEX CAD.	5	16	2			4								
Практическоезанятие № 25.3Д моделирование в TFLEX CAD с использованием операций «Трубопровод», «Тело по траектории», Тело по сечениям».					2									
Лекция № 35. 3Д сборка в системе T-FLEX CAD.	5	17	2			4								
Практическоезанятие № 26.3Д моделирование в TFLEX CAD с использованием операций «Трубопровод», «Тело по траектории», Тело по сечениям».					2									
Лекция № 36. 3Д сборка в системе T-FLEX CAD.	5	18	2			4								
Практическоезанятие № 27.3Д моделирование в TFLEX CAD с использованием операций «Трубопровод», «Тело по траектории», Тело по сечениям».					2								Э	

Лекция № 1. CAE - системы. Общая структура. Виды и области использования. Место CAE – систем в жизненном цикле объекта проектирования и особенности применения.	6	1	2											
Лекция № 2. Виды литейных форм и особенности литниково-питающих систем.	6	2			2	4								

Практическоезанятие№1.Создание 3Д модели отливки.					2									
Лекция № 3. Литниково-питающие системы для неразъёмных форм. Виды и конструкции.	6	3	2											
Лекция № 4. Литниково-питающие системы для неразъёмных форм. Виды и конструкции.	6	4	2			4								
Практическоезанятие№ 2. Создание 3Д модели отливки.					2									
Лекция № 5. Анализ конструкции отливки и методы упрощения её конфигурации. Метод приведённых размеров. Метод приведённых объёмов.	6	5	2											
Лекция № 6. Анализ конструкции отливки и методы упрощения её конфигурации. Метод приведённых размеров. Метод приведённых объёмов.	6	6	2			4								
Практическоезанятие № 3.Создание 3Д модели литниково – питающей системы для отливки.					2									
Лекция № 7. Подбор литниково-питающей системы и её элементов для отливки. Методы расчёта элементов литниково-питающих систем для неразъёмных форм.	6	7	2											
Лекция № 8. Подбор литниково-питающей системы и её элементов для отливки. Методы расчёта элементов литниково-питающих систем для неразъёмных форм.	6	8	2			4								
Практическоезанятие № 4.Создание 3Д модели литниково – питающей системы для отливки.					2									
Лекция № 9. Структура CAE – систем для моделирования заливки и затвердевания металла (на примере Полигон СОФТ).	6	9	2											

Лекция № 10. Подготовка 3Д модели к анализу в CAE – системах. Создание и редактирование сетки конечных элементов.	6	10	2			4								
Практическоезанятие № 5.Создание 3Д модели литниково – питающей системы для отливки.					2									
Лекция № 11. Подготовка 3Д модели к анализу в CAE – системах. Создание и редактирование сетки конечных элементов.	6	11	2											
Лекция № 12. Начальные и граничные условия моделирования. Работа с материалами и их свойствами. Настройка параметров моделирования.	6	12	2			4								
Практическоезанятие № 6.Моделирование заливки и затвердевания металла в неразъёмной форме.					2									
Лекция № 13. Начальные и граничные условия моделирования. Работа с материалами и их свойствами. Настройка параметров моделирования.	6	13	2											
Лекция № 14. Начальные и граничные условия моделирования. Работа с материалами и их свойствами. Настройка параметров моделирования	6	14	2			4								
Практическоезанятие № 7.Моделирование заливки и затвердевания металла в неразъёмной форме.					2									
Лекция № 15. Анализ результатов моделирования и их представление.	6	15	2											
Лекция № 16. Анализ результатов моделирования и их представление.	6	16	2			4								
Практическоезанятие № 8.Моделирование заливки и затвердевания металла в неразъёмной форме.					2									
Лекция № 17. Анализ результатов моделирования и их представление.	6	17	2											

Лекция № 18. Представление отчёта о результатах моделирование заливки и затвердевания металла в разъёмной форме.	6	18	2			4									
Практическоезанятие № 9.Моделирование заливки и затвердевания металла в неразъёмной форме.					2										3
Лекция № 19. Литниково-питающие системы для разъёмных форм. Виды и конструкции.	7	1	2			4									
Практическоезанятие № 10.Создание 3Д модели отливки.					2										
Лекция № 20. Литниково-питающие системы для разъёмных форм. Виды и конструкции.	7	2	2			4									
Практическоезанятие № 11.Создание 3Д модели отливки.					2										
Лекция № 21. Анализ конструкции отливки, подбор литниково-питающей систем и её элементов. Методы расчёта элементов литниково-питающих систем для неразъёмных форм.	7	3	2			4									
Практическоезанятие № 12.Создание 3Д модели литниково – питающей системы для отливки.					2										
Лекция № 22. Анализ конструкции отливки, подбор литниково-питающей систем и её элементов. Методы расчёта элементов литниково-питающих систем для неразъёмных форм.	7	4	2			4									
Практическое занятие № 13. Создание 3Д модели литниково – питающей системы для отливки.					2										
Лекция № 23. Затвердевание отливки в разъёмной форме. Понятие о питании отливки металлом.	7	5	2			4									
Практическое занятие № 14. Создание 3Д модели литниково – питающей системы для отливки.					2										

Лекция № 24. Затвердевание отливки в разъёмной форме. Понятие о питании отливки металлом.	7	6	2			4									
Практическое занятие № 15. Моделирование заливки и затвердевания металла в разъёмной форме.					2										
Лекция № 25. Применение прибылей для получения качественной отливки. Выбор мест установки и расчёт прибылей.	7	7	2			4									
Практическое занятие № 16. Моделирование заливки и затвердевания металла в разъёмной форме.					2										
Лекция № 26. Применение прибылей для получения качественной отливки. Выбор мест установки и расчёт прибылей.	7	8	2			4									
Практическое занятие № 17. Моделирование заливки и затвердевания металла в разъёмной форме.					2										
Лекция № 27. Применение прибылей для получения качественной отливки. Выбор мест установки и расчёт прибылей.	7	9	2			4									
Практическоезанятие № 18.Моделирование заливки и затвердевания металла в разъёмной форме.					2										
Лекция № 28. Применение холодильников для получения качественной отливки. Выбор мест установки и расчёт холодильников.	7	10	2			4									
Практическоезанятие № 19.Моделирование заливки и затвердевания металла в разъёмной форме.					2										
Лекция № 29. Применение холодильников для получения качественной отливки. Выбор мест установки и расчёт холодильников.	7	11	2			4									

Практическоезанятие № 20.Моделирование заливки и затвердевания металла в разъёмной форме.					2									
Лекция № 30. Применение CAE – систем для решения нестандартных задач моделирования	7	12	2			4								
Практическоезанятие № 21.Моделирование процессов теплового и силового взаимодействия объектов.					2									
Лекция № 31. Применение CAE – систем для решения нестандартных задач моделирования	7	13	2			4								
Практическоезанятие № 22. Моделирование процессов теплового и силового взаимодействия объектов.					2									
Лекция № 32. Особенности применение CAD – систем при разработке оборудования для Т.Х.О.М. (на примере системы TFLEX CAD)	7	14	2			4								
Практическоезанятие № 23. Разработка чертежа / 3Д модели / схемы оборудования для Т.Х.О.М.					2									
Лекция № 33. Особенности применение CAD – систем при разработке оборудования для Т.Х.О.М. (на примере системы TFLEX CAD)	7	15	2			4								
Практическоезанятие № 24.Разработка чертежа / 3Д модели / схемы оборудования для Т.Х.О.М.					2									
Лекция № 34. Особенности применение CAD – систем при разработке оборудования для Т.Х.О.М. (на примере системы TFLEX CAD)	7	16	2			4								
Практическоезанятие № 25. Разработка чертежа / 3Д модели / схемы оборудования для Т.Х.О.М.					2									
Лекция № 35. Особенности применение CAD – систем при разработке плакировок производственных помещений для Т.Х.О.М. (на примере системы TFLEX CAD)	7	17	2			4								

Практическоезанятие № 26.Разработка плакировок производственных помещений для Т.Х.О.М.					2									
Лекция № 36. Особенности применение CAD – систем при разработке плакировок производственных помещений для Т.Х.О.М. (на примере системы TFLEX CAD)	7	18	2			4								
Практическоезанятие № 27.Разработка плакировок производственных помещений для Т.Х.О.М.					2								Э	
Итого			144		108	252								