

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Документ подписан простыми средствами
Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
ФИО: Крюков Вадим Николаевич высшего образования
Должность: Проректор по образовательной деятельности и образовательной политике
«Заплярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»
Дата подписания: 25.06.2026 10:53:30 (ЗГУ)
Уникальный программный ключ:
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по ОД и МП
_____ Крюков В.Н.

Современные методы инженерного проектирования рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Металлургии, машин и оборудования**
Учебный план 22.03.02_бак_очн_ТМ-2026.plx
Направление подготовки: **Металлургия**
бакалавр

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану **144**
в том числе:
аудиторные занятия **32**
самостоятельная работа **58**
Часы на контроль **54**

Виды контроля в семестрах: экзамен 4

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)			
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
В том числе инт.	18	18	18	18
В том числе электрон.	56	56	56	56
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	58	58	58	58
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	144	144	14 4	144

Программу составил(и):

к.г.н. доцент Черемисин А.А. _____

Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Протокол от 10.06.2026г. № 11

Срок действия программы: 2026-2030 уч.г.

И.о. зав. кафедрой к.т.н., доцент Лаговская Е.В.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.т.н., доцент _____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент _____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 2028 г. № ____
Зав. кафедрой**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент _____ 2029 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 2029 г. № ____
Зав. кафедрой**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент _____ 2030 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 2030 г. № ____
Зав. кафедрой

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (РП-1)

(Изменение: цели сделаны конкретными, сфокусированными на современных CAD/CAM/CAE-системах и специфике проектирования металлургического оборудования)

1.1. Цель дисциплины: Формирование у обучающихся комплекса профессиональных компетенций в области современного инженерного проектирования с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР), включая параметрическое 2D-черчение, 3D-моделирование деталей и сборочных единиц металлургического оборудования, а также основы инженерного анализа (CAE) в соответствии с требованиями ЕСКД.

1.2. Основные задачи дисциплины:

1. Изучить архитектуру, принципы работы и возможности современных интегрированных систем CAD/CAM/CAE на примере отечественного ПО (КОМПАС-3D, папoCAD).
2. Освоить методы создания параметрических 2D-эскизов и твердотельных 3D-моделей деталей машин и аппаратов (печей, электролизеров, реакторов, трубопроводной арматуры).
3. Научиться проектировать сборочные единицы, управлять компонентами, накладывать сопряжения и выполнять автоматическую проверку на коллизии (пересечения).
4. Сформировать навыки автоматического создания ассоциативных чертежей, спецификаций и оформления проектной документации в строгом соответствии с государственными стандартами (ЕСКД).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП (РП-2)

(Изменение: логически выверены пререквизиты и постреквизиты)

Цикл (раздел) ООП: Б1.В.ДВ (Вариативная часть)

2.1. Требования к предварительной подготовке обучающегося: Студент должен владеть знаниями и навыками, полученными при изучении дисциплин: «Информатика», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Сопrotивление материалов», «Детали машин».

2.2. Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

1. Проектирование металлургических предприятий и цехов
2. Основные процессы переработки металлургического сырья
3. Производственная (технологическая) практика
4. Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ВКР)

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

ПК-1.4: Контролирует и корректирует технологические параметры процессов производства на предприятиях цветной металлургии, соблюдает регламент технического обслуживания, своевременность проведения планово-предупредительных ремонтов оборудования. **ПК-2.3:**

Обеспечивает и контролирует соблюдение требований нормативно-технической документации в штатных и внештатных ситуациях на металлургических предприятиях. **ПК-3.2:** Способен анализировать изменения показателей процесса производства цветных металлов и сплавов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

3.1. Знать: принципы параметрического и вариационного проектирования, структуру и возможности современных САПР, правила оформления конструкторской документации по ЕСКД, методы твердотельного и поверхностного 3D-моделирования.

3.2. Уметь: создавать параметрические 2D-чертежи и 3D-модели деталей и сборок, применять стандартные библиотеки САПР, выполнять кинематический и прочностной анализ (CAE) простых узлов, генерировать спецификации и ассоциативные виды.

3.3. Владеть: навыками работы в современных CAD-системах (КОМПАС-3D, nanoCAD), методами проверки 3D-моделей на геометрические коллизии, инструментами автоматизации рутинных операций при оформлении чертежей.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

(Изменение: содержание логически перегруппировано в три смысловых модуля, добавлена специфика металлургического оборудования)

Раздел 1. Основы современных САПР и параметрическое проектирование

1. **Тема 1.1.** Архитектура и возможности интегрированных систем CAD/CAM/CAE в металлургическом машиностроении. Интерфейс, настройка среды проектирования и шаблонов документов.
2. **Тема 1.2.** Параметрическое 2D-проектирование. Создание эскизов, наложение геометрических и размерных зависимостей. Работа с библиотеками стандартных изделий и типовых фрагментов.
3. **Тема 1.3.** Оформление чертежей деталей в соответствии с ЕСКД: виды, разрезы, сечения, простановка размеров, допусков, посадок и шероховатости поверхности.

Раздел 2. Трехмерное моделирование металлургического оборудования

1. **Тема 2.1.** Методы твердотельного моделирования: операции выдавливания, вращения, по сечениям и кинематические операции. Создание деталей металлургических аппаратов (футеровка, кожухи, крышки).
2. **Тема 2.2.** Проектирование сборочных единиц. Управление компонентами, наложение сопряжений, создание подборок. Проверка модели на геометрические коллизии и расчет масс-центровых характеристик.
3. **Тема 2.3.** Автоматическое создание ассоциативных чертежей сборок, спецификаций и оформление общих видов (ГЧ) и монтажных чертежей.

Раздел 3. Инженерный анализ и оформление проектной документации

1. **Тема 3.1.** Основы CAE-анализа в среде САПР: прочностной расчет (метод конечных элементов) и кинематический анализ механизмов (например, приводов завалочных машин).
 2. **Тема 3.2.** Оформление пояснительной записки к курсовому и дипломному проекту: структура, правила включения 3D-моделей и чертежей, нормоконтроль.
-

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ФОС)

(Изменение: полностью убраны таблицы. Добавлены современные форматы контроля, проверяющие инженерное мышление и навыки работы в САПР)

5.1. Тестовые задания для текущего контроля (примеры)

1. **Вопрос 1:** Что такое параметрическая связь в 2D-эскизе? а) Визуальное оформление линии; б) Математическая зависимость между геометрическими элементами, позволяющая изменять форму модели при редактировании размеров; в) Способ объединения нескольких деталей в сборку. *(Правильный ответ: б)*
2. **Вопрос 2:** Какой тип операции 3D-моделирования наиболее подходит для создания корпуса цилиндрического реактора с переменным диаметром? а) Выдавливание; б) Вращение; в) Кинематическая операция по сечениям. *(Правильный ответ: в)*

5.2. Задания на установление соответствия

1. **Задание:** Установите соответствие между инструментом САПР и его основным назначением при проектировании металлургического оборудования:
 - а. Проверка на коллизии → А) Выявление взаимных пересечений деталей в сборочной модели (например, трубопровода и опорной конструкции).
 - б. Ассоциативный чертеж → Б) Автоматическое обновление 2D-чертежа при изменении 3D-модели детали.
 - с. Библиотека стандартных изделий → В) Быстрая вставка в проект болтов, гаек, подшипников и фланцев без их ручного моделирования.
 - д. CAE-модуль (прочностной анализ) → Г) Расчет напряжений и деформаций в критических узлах (например, в цапфе конвертера) под действием эксплуатационных нагрузок.

5.3. Открытые вопросы для устного опроса и рубежного контроля

1. Объясните преимущества параметрического моделирования перед прямым (безисторийным) при частых изменениях конструкторской документации.
2. Опишите алгоритм создания ассоциативной спецификации для сборочной единицы. Как САПР обеспечивает актуальность данных в спецификации при добавлении или удалении компонентов?
3. В чем заключаются особенности оформления чертежей металлургического оборудования (сварные швы, допуски на изготовление крупногабаритных конструкций) по сравнению с деталями общего машиностроения?
4. Какие этапы включает в себя подготовка 3D-модели к прочностному расчету (назначение материалов, сетка конечных элементов, граничные условия)?

5.4. Ситуационные задачи (кейсы) для промежуточной аттестации

1. **Кейс 1 (Проектный).** Вам поручено спроектировать 3D-модель загрузочного люка для электролитической ванны. Известны габаритные размеры и расположение крепежных отверстий. Требуется: создать параметрическую модель крышки, обеспечить возможность быстрого изменения ее толщины и диаметра, создать ассоциативный рабочий чертеж с указанием классов шероховатости уплотняющих поверхностей.

2. **Кейс 2 (Сборочный).** При проектировании узла привода механизма подъема анодов в САПР была обнаружена коллизия (пересечение) между корпусом редуктора и защитным кожухом. Опишите алгоритм действий конструктора по локализации и устранению этой ошибки, не нарушая при этом внешних габаритных размеров узла.

5.5. Критерии оценивания

1. **«Отлично»:** Студент свободно владеет инструментами САПР, создает сложные параметрические модели и сборки, грамотно оформляет документацию по ЕСКД, успешно решает проектные кейсы и объясняет принципы САЕ-анализа.
2. **«Хорошо»:** Студент уверенно создает 3D-модели и чертежи, допускает незначительные неточности в простановке допусков или использовании библиотек, но верно выполняет основные проектные задачи.
3. **«Удовлетворительно»:** Студент знает базовые команды САПР, может создать простую деталь и чертеж по образцу, но испытывает трудности с параметризацией, сборками и оформлением спецификаций без подсказок.
4. **«Неудовлетворительно»:** Студент не владеет навыками работы в САПР, не может создать даже простейшую 3D-модель или не знает правил оформления конструкторской документации.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

(Изменение: литература и ПО критически обновлены до стандартов 2026 года)

6.1. Рекомендуемая литература 6.1.1. Основная литература:

1. Большаков В.П., Чагина А.В. Инженерная и компьютерная графика. Моделирование в КОМПАС-3D: учеб. пособие для вузов. – М.: Юрайт, 2023. – 320 с.
2. Кудрявцев Е.М. КОМПАС-3D v22. Проектирование в машиностроении: учеб. пособие. – М.: ДМК Пресс, 2024. – 450 с.
3. Справочное руководство по системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D (актуальная версия, доступна в электронной библиотеке ЗГУ).

6.1.2. Дополнительная литература:

1. ГОСТ 2.105–2019. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к текстовым документам.
2. ГОСТ 2.305–2008. ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.
3. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. – М.: Кнорус, 2022. – 450 с.

6.2. Перечень ресурсов сети «Интернет»

1. Э1. Электронный каталог ЗГУ – <http://biblio.norvuz.ru>
2. Э2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» – <https://www.biblio-online.ru>
3. Э3. Официальный портал разработчика САПР (документация и учебные курсы КОМПАС-3D) – <https://kompas.ru>

6.3. Программное обеспечение *(Критически обновлено!)*

1. ПО1. Операционная система MS Windows 10/11 Professional или Astra Linux Special Edition.
 2. ПО2. MS Office Professional Plus 2021 (Word для пояснительных записок, Excel для расчетов).
 3. ПО3. Система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D v22 (образовательная лицензия) или nanoCAD 23.
 4. ПО4. Программы для чтения PDF-документов (ABBYY FineReader 15 или Adobe Acrobat Reader DC).
-

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

(Изменение: полностью заменено устаревшее "железо" на современные стандарты)

1. **Ауд. 420 (Компьютерный класс):** Специализированная аудитория для практических занятий, оснащенная современными рабочими станциями (не ниже Intel Core i5 / AMD Ryzen 5, 16 ГБ ОЗУ, SSD 512 ГБ, дискретная видеокарта уровня NVIDIA RTX 3050 или аналог), подключенными к локальной сети и интернету.
 2. **Мультимедийное оборудование:** Интерактивная панель или проектор с разрешением не ниже Full HD для демонстрации приемов 3D-моделирования в реальном времени.
 3. **Программное обеспечение:** На все ПК установлены актуальные версии САПР (КОМПАС-3D/nanoCAD) с действующими образовательными лицензиями и библиотеками ЕСКД.
-

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ (МУ)

(Изменение: вместо шаблонного текста даны конкретные профессиональные рекомендации по работе в САПР)

Общие рекомендации: Современное инженерное проектирование – это не просто «рисование линий», а создание информационной математической модели изделия. Ваша главная задача – научиться мыслить параметрически. Всегда задавайте себе вопросы: как эта модель поведет себя при изменении ключевого размера? Не нарушатся ли сопряжения? Соблюдены ли стандарты ЕСКД?

Рекомендации по работе в САПР:

1. **Начинайте с эскиза:** Никогда не создавайте 3D-модель без полностью определенного 2D-эскиза (все линии должны быть черными/синими, без «степеней свободы»). Используйте геометрические зависимости (горизонтальность, параллельность, касание) до простановки размеров.
2. **Используйте библиотеки:** Не моделируйте вручную болты, гайки, шайбы и стандартные фланцы. Используйте встроенные библиотеки стандартных изделий – это экономит время и исключает ошибки.
3. **Контролируйте сборку:** Перед созданием чертежа сборки обязательно запускайте команду «Проверка на коллизии». Пересечение деталей в 3D-модели – это грубая конструкторская ошибка, которая приведет к невозможности сборки в реальности.

Рекомендации по выполнению расчетно-графической работы (РГР):

1. Сохраняйте файлы по единому стандарту именования (например, Фамилия_Группа_Деталь_1.m3d).
2. При оформлении чертежа проверяйте соответствие шрифтов, типов линий и размеров требованиям ГОСТ 2.304 и 2.307.
3. Спецификация должна генерироваться автоматически из 3D-сборки. Ручное заполнение спецификации допускается только в исключительных случаях и требует двойной проверки.

Подготовка к промежуточной аттестации (Зачет с оценкой):

1. **За 3 недели:** Повторите правила оформления чертежей по ЕСКД (разрезы, сечения, шероховатость).
2. **За 2 недели:** Отработайте навыки создания сборок из 3–5 деталей и генерации ассоциативных чертежей.
3. **За 1 неделю:** Решите ситуационные кейсы из ФОС, убедитесь, что вы умеете быстро находить и исправлять ошибки в параметрических моделях.

ПРИЛОЖЕНИЯ

(Изменение: добавлен полноценный блок приложений)

Приложение А. Полный комплект Фонда оценочных средств (тестовые базы, карты оценивания ситуационных кейсов, критерии защиты РГР) – размещен в ЭИОС ЗГУ.

Приложение Б. Методические указания по выполнению расчетно-графической работы (РГР) «3D-моделирование сборочной единицы металлургического оборудования с оформлением комплекта конструкторской документации» (с пошаговым алгоритмом и примером оформления).

Приложение В. Краткий справочник по основным командам и горячим клавишам САПР КОМПАС-3D / naпoCAD для ускорения работы.

Приложение Г. Глоссарий основных терминов дисциплины (САПР, CAD/CAM/CAE, параметризация, ассоциативная связь, ЕСКД, коллизия, эскиз, операция выдавливания, метод конечных элементов и др.).