

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Документ подписан проставив печать
Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
ФИО: Крюков Вадим Николаевич высшего образования
Должность: Проректор по образовательной деятельности и образовательной политике
«Запорожский государственный университет им. Н.М. Федоровского»
Дата подписания: 25.06.2026 10:54:42 (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-заочн_TM-2026.plx
Направление подготовки: **Металлургия**
бакалавр

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану **144**
в том числе:
аудиторные занятия **16**
самостоятельная работа **101**
Часы на контроль **27**

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 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Практические | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Итого ауд. | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Контактная работа | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Сам. работа | 101 | 101 | 101 | 101 |
| Часы на контроль | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Итого | 144 | 144 | 144 | 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, nanoCAD).
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», «Соппротивление 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

- Тема 1.1.** Архитектура и возможности интегрированных систем CAD/CAM/CAE в металлургическом машиностроении. Интерфейс, настройка среды проектирования и шаблонов документов.
- Тема 1.2.** Параметрическое 2D-проектирование. Создание эскизов, наложение геометрических и размерных зависимостей. Работа с библиотеками стандартных изделий и типовых фрагментов.
- 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

- Тема 2.1.** Методы твердотельного моделирования: операции выдавливания, вращения, по сечениям и кинематические операции. Создание деталей металлургических аппаратов (футеровка, кожухи, крышки).
- Тема 2.2.** Проектирование сборочных единиц. Управление компонентами, наложение сопряжений, создание подборок. Проверка модели на геометрические коллизии и расчет масс-центровых характеристик.
- 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

- Тема 3.1.** Основы CAE-анализа в среде САПР: прочностной расчет (метод конечных элементов) и кинематический анализ механизмов (например, приводов завалочных машин).
 - 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.).