

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Крюков Вадим Николаевич  
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике  
Дата подписания: 24.06.2026 10:02:17  
Уникальный программный ключ:  
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Заплярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»  
ЗГУ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине

**«Информационные технологии конструкторских и  
проектных работ»**

**Факультет:** ГТФ

**Направление подготовки:** 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

**Направленность (профиль):** «Подъемно-транспортные, строительные машины и оборудование»

**Уровень образования:** бакалавриат

**Кафедра** «Металлургии, машин и оборудования»  
наименование кафедры

Разработчик ФОС:

\_\_\_\_\_ (должность, степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № 11 от «10» 06 2026 г.

ИО заведующий кафедрой к.т.н., доцент Лаговская Е.В.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы**

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения
ПК-6 Способен осуществлять подготовку технической документации, необходимой для технического контроля, модернизации и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин	<p>ПК-6.1 Способен осуществлять подготовку технической документации, необходимой для технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических комплексов</p> <p>ПК-6.2 Способен осуществлять подготовку технической документации, необходимой для модернизации наземных транспортно-технологических комплексов, используя современные информационные технологии</p> <p>ПК-6.3 Способен в составе коллектива принимать участие в работе над проектами модернизации участков по ремонту и обслуживанию подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Информационные технологии конструкторских работ	ПК-6	Список литературных источников по тематике, тестовые задания	Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста
Интегрированные системы автоматизированного проектирования и производства (CAD/CAM/CAE)	ПК-6	Список литературных источников по тематике, тестовые задания	Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста
Общие сведения о КОМПАС 3D	ПК-6	Список литературных источников по тематике, тестовые задания	Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста
Основные приемы работы с документами	ПК-6	Список литературных источников по тематике,	Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста

КОМПАС3D. Виды документов		тестовые задания	
Создание геометрических объектов в КОМПАС-3D.	ПК-6	Список литературных источников по тематике, тестовые задания	Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста
Создание и редактирование чертежей	ПК-6	Список литературных источников по тематике, тестовые задания	Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста
Формирование спецификаций	ПК-6	Список литературных источников по тематике, тестовые задания	Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста
Зачет	ПК-6	Решение всех тестовых заданий по темам	Решение всех тестовых заданий по темам

**2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<i>Промежуточная аттестация в 6 семестре в форме «Зачет»</i>				
	Тестовые задания	В течение обучения по дисциплине	от 0 до 5 баллов	Зачет/Незачет
	ИТОГО:	-	___ баллов	-

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

## Задания для текущего промежуточной аттестации

Для очной, заочной формы обучения

Задания для текущего контроля и сдачи зачета с оценкой по дисциплине

### Контролируемая компетенция ПК-6

Способен осуществлять подготовку технической документации, необходимой для технического контроля, модернизации и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин

Уровень 1. Базовый (проверка основных понятий)

#### 1. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между классом информационных систем, применяемых при проектировании и обслуживании наземных транспортных комплексов, и их функциональным назначением:

Класс системы	Функциональное назначение
1. CAD (Computer-Aided Design)	А. Автоматизация инженерных расчетов, кинематического и динамического анализа механизмов
2. CAE (Computer-Aided Engineering)	Б. Управление данными о изделии, хранение электронных конструкторских документов и ремонтных карт
3. PDM (Product Data Management)	В. Трехмерное моделирование геометрических структур механизмов и выпуск чертежей

Ответ: 1 – В, 2 – А, 3 – Б.

#### 2. Задание закрытого типа на установление последовательности

Расположите этапы разработки и согласования электронной конструкторской документации на ремонт узла трансмиссии в PDM-системе в правильном порядке:

1. Создание трехмерной электронной модели поврежденной шестерни в CAD-модуле.
2. Автоматическое формирование электронной спецификации заменяемых деталей механизма.
3. Отправка пакета документов по электронному маршруту на верификацию нормоконтролеру.
4. Присвоение документу в PDM-системе утвержденного статуса «В производство / К ремонту».

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4.

#### 3. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа и обоснованием

Какой стандарт системы ЕСКД регламентирует общие требования к выполнению электронных конструкторских документов (включая интерактивные электронные технические руководства для ремонта транспортно-технологических машин)?

1. ГОСТ 2.106
2. ГОСТ 2.051
3. ГОСТ 2.301

#### 4. ГОСТ 2.102

**Ответ:** 2

**Обоснование:** ГОСТ 2.051 устанавливает правила создания, редактирования и обращения электронных конструкторских документов, являющихся основой ИТ-документооборота в современных проектных бюро.

**4. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа и обоснованием**  
**Какая структурная информация о механизме передач извлекается автоматически из CAD-модели при формировании ведомости технического контроля?**

1. Химический состав смазочного материала
2. Число степеней свободы механизма и количество подвижных звеньев
3. Квалификация слесаря-ремонтника
4. Цена закупки приводного двигателя

**Ответ:** 2

**Обоснование:** Структурный анализ 3D-сборки в CAD позволяет точно определить кинематические пары, число звеньев и избыточные связи механизма для фиксации в паспорте оборудования.

**5. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа и развернутым обоснованием**

**Какие виды электронных документов, согласно стандартам ИТ-проектирования, в обязательном порядке входят в состав ремонтного комплекта документации наземной машины? (выбрать все верные)**

1. Электронная модель сборочной единицы (эквивалент сборочного чертежа)
2. Локальная электронная спецификация узлов механизма
3. Карта технологического процесса ремонта и ведомость дефектов
4. Текстовый файл с личной перепиской конструкторов

**Ответ:** 1, 2, 3

**Обоснование:** Модели сборок, спецификации и технологические карты дефектовки представляют собой официальные конструкторско-технологические данные изделия, необходимые для проведения ТОР, и подлежат строгому учету в PDM. Переписка юридической силы не имеет.

**6. Задание закрытого типа на установление соответствия**

**Установите соответствие между параметром кинематического анализа кулачкового механизма в САЕ-системе и формой его документирования в отчете:**

Параметр кинематики	Форма документирования
1. Закон перемещения толкателя	А. Таблица пиковых значений векторов сил в сопряжении кулачок-толкатель
2. Угол давления в зацеплении	Б. Двумерный непрерывный график функции от угла поворота кулачка
3. Линейное ускорение толкателя	В. График с выделением критических зон заклинивания механизма передач

**Ответ:** 1 – Б, 2 – В, 3 – А.

**7. Задание закрытого типа на установление последовательности**

**Укажите правильный порядок действий инженера в САД-системе при подготовке графического документа (чертежа) цилиндрического зубчатого механизма к архивации:**

1. Выполнение автоматической генерации двумерных видов с трехмерной модели редуктора.
2. Простановка линейных и угловых размеров, допусков и шероховатостей поверхностей зубьев.
3. Проверка совпадения данных спецификации с позициями на чертеже встроенным валидатором.
4. Экспорт чертежа в защищенный растрово-векторный формат (PDF/DWG) с цифровой подписью.

**Ответ:** 1 → 2 → 3 → 4.

#### **8. Задание открытого типа с развернутым ответом**

**Дайте определение понятию «интерактивное электронное техническое руководство (ИЭТР)» применительно к обслуживанию транспортных комплексов.**

**Ответ:** ИЭТР — это структурированный комплекс взаимосвязанных технических данных (текст, графика, 3D-анимация), хранящийся в электронной базе данных предприятия и предназначенный для интерактивного предоставления персоналу справочной и инструктивной информации по эксплуатации, диагностике, обслуживанию и ремонту машин.

#### **9. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа и обоснованием**

**Какой универсальный формат обмена данными (нейтральный формат) используется ИТ-системами для бесконфликтной передачи трехмерных моделей кулачковых механизмов из САД-системы разработчика в САЕ-систему для прочностного анализа?**

1. TXT
2. STEP (ISO 10303)
3. MP3
4. HTML

**Ответ:** 2

**Обоснование:** Формат STEP стандартизирован международно и позволяет передавать точную геометрию и топологию твердотельных 3D-моделей между различными программными комплексами без потери данных.

#### **10. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа и развернутым обоснованием**

**Какие функциональные возможности PDM-систем обеспечивают высокую скорость подготовки документации при модернизации зубчатых передач транспортных машин? (выбрать все верные)**

1. Использование механизма заимствования (коллекций) стандартных электронных моделей деталей
2. Автоматическое отслеживание версий и изменений в чертежах (ECO/ECR)
3. Автоматический расчет заработной платы конструкторов
4. Возможность параллельной коллективной работы над сборочной моделью редуктора несколькими инженерами

**Ответ:** 1, 2, 4

**Обоснование:** Заимствование моделей, управление версиями и коллективная работа минимизируют рутинные операции и исключают ошибки неактуальности данных. Расчет зарплаты — функция ERP/бухгалтерских систем, а не PDM.

---

Уровень 2. Средний (анализ, расчёт, применение формул)

#### **11. Задание закрытого типа на установление последовательности**

Укажите правильную последовательность настройки модуля динамического анализа CAE-системы для получения расчетного отчета о нагрузках в звеньях многозвенного зубчатого механизма:

1. Назначение материальных свойств звеньев (плотность, модуль упругости стали).
2. Задание кинематических связей (шарниров, скольжений) между зубчатыми колесами.
3. Приложение внешних динамических моментов сопротивления на выходном валу.
4. Запуск математического решателя и генерация структурированного отчета по динамике.

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4.

**12. Задание открытого типа с развернутым ответом**

Инженер формирует в CAD-системе параметрическую модель цилиндрической зубчатой пары для бортового редуктора. По техзаданию число зубьев шестерни  $z_1 = 20$ , колеса  $z_2 = 60$ , модуль зацепления  $m = 4$  мм. Определите межосевое расстояние  $a_w$  (в мм), которое система должна автоматически прописать в электронной спецификации чертежа по формуле  $a_w = m * (z_1 + z_2) / 2$ .

Ответ:  $a_w = 4 * (20 + 60) / 2 = 4 * 80 / 2 = 160$  мм. В электронной спецификации будет зафиксировано значение 160 мм.

**13. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа и обоснованием**

В автоматизированном расчетном листе CAE-модуля обнаружена программная ошибка: при расчете передаточного отношения многозвенного редуктора  $u_{\text{общ}}$  значения передаточных чисел отдельных ступеней  $u_1, u_2, u_3$  суммировались вместо перемножения. Какую итоговую формулу  $u_{\text{общ}}$  должен прописать инженер в коде шаблона документации?

1.  $u_{\text{общ}} = u_1 + u_2 + u_3$
2.  $u_{\text{общ}} = u_1 * u_2 * u_3$
3.  $u_{\text{общ}} = (u_1 + u_2) / u_3$
4.  $u_{\text{общ}} = u_1 - u_2 - u_3$

Ответ: 2

**Обоснование:** Общее передаточное отношение последовательного многозвенного механизма передач строго равно произведению передаточных отношений всех его составных ступеней.

**14. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа и развернутым обоснованием**

Какие метаданные (атрибуты карточки детали) необходимо заполнить в PDM-системе для автоматической генерации ведомости покупных изделий при модернизации тормозной системы наземной машины? (выбрать все верные)

1. Обозначение документа по ГОСТ или ТУ
2. Наименование предприятия-изготовителя (поставщика) элемента
3. Точный вес детали в граммах и цена за единицу
4. Домашний адрес ведущего инженера проекта

Ответ: 1, 2, 3

**Обоснование:** ГОСТ/ТУ, поставщик и весовые/стоимостные характеристики — обязательные атрибуты ведомости покупных изделий, используемые службами снабжения и ремонта. Личный адрес инженера в конструкторские метаданные изделия не заносится.

**15. Задание закрытого типа на установление соответствия**

Установите соответствие между типом автоматизированного синтеза кулачкового механизма в CAD и проектным результатом, фиксируемым в технической документации:

Направление синтеза	Проектный результат в документе
1. Геометрический синтез	А. Закон изменения крутящего момента на валу кулачка, подбор пружины толкателя
2. Кинематический синтез	Б. Координаты профиля кулачка, диаметр ролика толкателя, радиус начальной шайбы
3. Динамический синтез	В. Графики скорости и ускорения толкателя, определение экстремальных точек профиля

Ответ: 1 – Б, 2 – В, 3 – А.

#### 16. Задание закрытого типа на установление последовательности

Укажите правильный порядок ИТ-процедур при внесении официального изменения в цифровой чертеж профиля кулачка при модернизации привода насоса:

1. Создание запроса на изменение (ECR) в PDM-системе с техническим обоснованием.
2. Изменение геометрических параметров кулачка в параметрической CAD-модели.
3. Автоматическое обновление связанных проекционных видов и таблиц координат на электронном чертеже.
4. Выпуск Извещения об изменении (ECO) и присвоение чертежу новой литеры версии.

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4.

#### 17. Задание открытого типа с развернутым ответом

В процессе модернизации цилиндрического редуктора дорожной машины принято решение заменить прямозубую передачу на косозубую с тем же модулем и числами зубьев. Опишите, какие изменения инженер должен внести в электронную трехмерную модель сборки и связанные чертежи средствами CAD.

Ответ: Инженер должен изменить параметры зацепления в CAD-модели: задать угол наклона зубьев бета, обновить геометрию колес. Система автоматически пересчитает диаметры колес и межосевое расстояние. На связанных электронных чертежах инженер обязан обновить таблицу параметров зубчатого венца, указав угол наклона зубьев бета, направление линии зуба и скорректированное межосевое расстояние. Спецификацию сборки необходимо пересохранить с новой версией.

#### 18. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа и обоснованием

В модуле синтеза кулачковых механизмов CAD-системы сработал автоматический блокиратор корректности геометрии. В отчете указано, что текущий радиус кривизны профиля кулачка меньше радиуса ролика толкателя. К какому техническому браку в документации это приведет, если проигнорировать предупреждение ИТ-системы?

1. К падению мощности приводного электродвигателя
2. К кинематическому срезу (искажению) заданного закона движения толкателя из-за эффекта «заклинивания / подрезания профиля»
3. К увеличению веса кулачковой шайбы в 2 раза
4. К изменению химических свойств металла кулачка

Ответ: 2

**Обоснование:** Если радиус кривизны вогнутого профиля меньше радиуса ролика, ролик физически не сможет зайти в микровпадину, что исказит траекторию движения и сломает кинематику механизма.

**19. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов и развернутым обоснованием**

**Какие граничные условия и исходные данные необходимо импортировать в САЕ-модуль из КД для автоматизированного расчета на прочность зубьев многозвенного планетарного механизма? (выбрать все верные)**

1. Величину крутящего момента и частоту вращения входного вала
2. Трехмерную твердотельную геометрию зацепления колес в формате STEP/IGES
3. Физические константы материала (модуль Юнга, коэффициент Пуассона, предел текучести)
4. Норму расхода жидкого топлива на 100 км пробега машины

**Ответ:** 1, 2, 3

**Обоснование:** Нагрузки (момент), геометрия и физика материала — это триада параметров, необходимая математическому конечно-элементному решателю для расчета напряжений в зубьях. Норма расхода топлива — параметр верхнего уровня эксплуатации всей машины, к прочности детали не относящийся.

**20. Задание закрытого типа на установление соответствия**

**Установите соответствие между шифром стандарта ГОСТ серии ЕСКД и типом шаблона электронного документа, внедренного в САД-систему транспортного предприятия:**

Шифр ГОСТ	Тип шаблона документа
1. ГОСТ 2.104	А. Электронный шаблон текстового документа (технические условия, паспорта)
2. ГОСТ 2.106	Б. Электронный шаблон рамки и основных надписей (штампов) чертежей
3. ГОСТ 2.611	В. Структура и правила оформления электронных эксплуатационных документов

**Ответ:** 1 – Б, 2 – А, 3 – В.

---

Уровень 3. Высокий (комплексный анализ, синтез, доказательства)

**21. Задание открытого типа с развернутым ответом**

**Разработайте пошаговый алгоритм автоматизированной интеграции данных динамического САЕ-анализа многозвенного зубчатого привода наземной машины в Интерактивное электронное техническое руководство (ИЭТР) для ремонтного персонала.**

- Ответ:**
1. *Экспорт данных:* Из расчетного модуля САЕ экспортировать массивы данных динамических нагрузок (силы, моменты, графики износа) и 3D-анимацию работы механизма при отказе (заклинивании) в нейтральный XML/компилированный формат.
  2. *Связывание с базой данных:* В модуле разработки ИЭТР (технического справочника) создать информационную ячейку (модуль данных), описывающую ремонт/диагностику этого привода.
  3. *Параметрическая увязка:* Привязать графики нагрузок к интерактивной 3D-модели механизма в ИЭТР: при клике пользователя на конкретную шестерню на экране должны всплывать расчетные эпюры напряжений и допуски износа.
  4. *Компиляция:* Скомпилировать руководство согласно стандарту S1000D / ГОСТ 2.601 и опубликовать в сетевом контуре ремонтного депо для планшетов мастеров.

## 22. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов и развернутым обоснованием

**Перед автоматической генерацией ремонтных ведомостей из электронной 3D-сборки тяжелого дорожного скрепера встроенный ИТ-валидатор заблокировал процесс, выдав отчет об ошибках. Какие конструктивные и топологические несоответствия сборки вызывают жесткую блокировку системы TOP? (выбрать все верные)**

1. Наличие геометрических пересечений («интерференции тел») между валом и зубчатым колесом в зацеплении (наложение объемов деталей друг на друга)
2. Отсутствие заполненного атрибута «Материал» в карточках метаданных оригинальных деталей редуктора
3. Наличие незафиксированных (свободных) степеней свободы у крепежных болтов крышки редуктора в пространстве сборки
4. Использование шрифта Arial вместо GOST type A в текстовом поле примечаний чертежа

**Ответ:** 1, 2, 3

**Обоснование:** Пересечение тел (1) означает физическую невозможность сборки узла, отсутствие материала (2) блокирует расчет веса и прочности, а незафиксированные детали (3) ломают кинематическую схему сборки, что делает невозможным генерацию корректных ведомостей TOP. Шрифт является лишь эстетическим отклонением нормоконтроля и процесс генерации данных не блокирует.

## 23. Задание открытого типа с развернутым ответом

**Опираясь на принципы ИТ-проектирования и стандарты CALS-технологий, докажите техническую и экономическую необходимость применения систем управления конфигурацией изделия (Configuration Management в PDM) при ведении документации по техническому обслуживанию и модернизации наземных машин.**

**Ответ:** Наземные транспортные комплексы состоят из тысяч узлов и претерпевают множество изменений в процессе жизненного цикла (модернизации механизмов передач, замена цилиндрических пар, кулачков). Без ИТ-управления конфигурациями возникает критический разрыв данных: ремонтная служба на линии может использовать чертежи версии «А», в то время как на заводе узел модернизирован до версии «В». Это приводит к закупке неверных запчастей и срыву ремонтов. Управление конфигурациями в PDM жестко увязывает цифровой паспорт конкретного заводского номера машины с актуальным набором только тех электронных документов (чертежей, спецификаций), которые физически установлены на данном экземпляре, обеспечивая 100% достоверность документации TOP.

## 24. Задание закрытого типа на установление последовательности

**Расположите этапы сквозного ИТ-процесса сквозного внесения изменений в ремонтную документацию при обнаружении динамической нестабильности (вибрации) многозвенного редуктора машины в процессе эксплуатации:**

1. Передача телеметрических данных о вибрации узла из ремонтного депо в проектное бюро через PLM-сеть.
2. Проведение повторного динамического анализа в CAE и синтез измененной геометрии зубчатых колес.
3. Электронное согласование измененной КД всеми службами завода в PDM посредством цифровой подписи (ЭЦП).
4. Автоматическое обновление ИЭТР (руководства по ремонту) на сервере предприятия с моментальной доставкой обновлений на терминалы мастеров.

**Ответ:** 1 → 2 → 3 → 4.

## 25. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа и обоснованием

**При автоматизированном синтезе цилиндрического косозубого зацепления в специализированной САПР система выдала отчет о превышении циклического предела**

**выносливости зубьев по напряжениям изгиба. Какое обоснованное проектное решение должен принять и задокументировать инженер в ИТ-системе?**

1. Отключить модуль проверки прочности в настройках САПР
2. Увеличить модуль зацепления  $m$  или ширину зубчатого венца  $b$  в параметрической модели с последующей автоматической регенерацией чертежа
3. Заменить материал колеса в спецификации на пластик
4. Снизить крутящий момент на двигателе в 10 раз

**Ответ:** 2

**Обоснование:** Увеличение модуля  $m$  и ширины венца  $b$  увеличивает площадь опасного сечения основания зуба, что пропорционально снижает действующие изгибные напряжения и возвращает их в безопасный диапазон выносливости металла, гарантируя прочность машины.

### Контролируемая компетенция ПК-6

Способен осуществлять подготовку технической документации, необходимой для технического контроля, модернизации и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин

Уровень 1. Базовый (проверка основных понятий) – 10 вопросов

#### 1. Задание закрытого типа на установление соответствия

**Установите соответствие между классом информационной системы, применяемой при модернизации наземных транспортных комплексов, и ее основным назначением при подготовке документации:**

Класс системы	Назначение системы
1. CAD (Computer-Aided Design)	А. Автоматизация инженерных расчетов, кинематического, динамического и прочностного анализа
2. CAE (Computer-Aided Engineering)	Б. Управление данными об изделии, хранение электронных документов и версий ремонтных карт
3. PDM (Product Data Management)	В. Создание трехмерных электронных моделей механизмов и автоматизированный выпуск чертежей

Ответ:

1 – В

2 – А

3 – Б (обеспечивает управление конфигурациями и изменениями технической документации)

#### 2. Задание закрытого типа на установление последовательности

**Расположите этапы автоматизированного проектирования в CAD/PDM-системах при модернизации цилиндрического механизма передач в правильном порядке:**

1. Создание параметрической трехмерной модели модернизированного зубчатого колеса.
2. Проведение проверочного прочностного анализа новой геометрии зуба в CAE-модуле.
3. Автоматическая генерация электронного чертежа и спецификации модернизированной сборки редуктора.
4. Помещение пакета документов в архив PDM-системы под управление версиями.

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4

**3. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

**Какое ИТ-понятие описывает виртуальный аналог наземной машины, создаваемый в САД/САЕ-системах и содержащий всю техническую документацию, необходимую для его ТОР и модернизации на протяжении всего жизненного цикла?**

1. Электронный макет (чертеж)
2. Цифровой двойник (Digital Twin)
3. Растровая схема сборки
4. Текстовый паспорт оборудования

Ответ: 2

Обоснование: Цифровой двойник объединяет геометрические 3D-модели, расчетные данные и эксплуатационную документацию, динамически отражая состояние реального объекта.

**4. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора**

**Какие электронные конструкторские документы, согласно ГОСТ 2.051, в обязательном порядке формируются в САПР при подготовке документации для модернизации механизмов передач? (выбрать все верные)**

1. Электронная модель детали
2. Электронная модель сборочной единицы (электронная сборка)
3. Электронная спецификация
4. Личный текстовый дневник инженера-разработчика

Ответ: 1, 2, 3

Обоснование: Модели деталей, сборочных единиц и спецификации являются официальными видами конструкторских документов, имеющими юридическую силу в ИТ-системах управления производством; личные записи КД не являются.

**5. Задание открытого типа с развернутым ответом**

**Что такое параметризация в современных САД-системах и в чем заключается ее главная эффективность при модернизации наземных машин?**

Ответ: Параметризация — это способ моделирования, при котором геометрия деталей и механизмов описывается математическими параметрами (размерами, уравнениями связи, ограничениями). Ее эффективность при модернизации заключается в том, что изменение одного параметра (например, модуля или числа зубьев цилиндрического колеса) автоматически перестраивает всю 3D-модель, сопряженные детали в сборке и связанные с ними чертежи, исключая ручную перерисовку.

**6. Задание закрытого типа на установление соответствия**

**Установите соответствие между элементом структуры механизма и способом его описания в современных ИТ-системах проектирования:**

Элемент структуры	Способ описания в САПР
1. Подвижное звено механизма	А. Ограничение сопряжения в сборке (например, соосность, совпадение плоскостей)
2. Кинематическая пара	Б. Трехмерное твердое тело (деталь) со своими массово-инерционными свойствами

Элемент структуры	Способ описания в САПР
3. Избыточная связь	В. Математическое уравнение связи, блокирующее лишние степени свободы в САЕ-анализе

Ответ:

1 – Б

2 – А

3 – В (выявляется при структурном анализе для исключения заклинивания механизма)

### 7. Задание закрытого типа на установление последовательности

**Укажите правильный порядок ИТ-процедур при автоматизированном формировании ведомости документов для модернизации многозвенного зубчатого привода в PDM-системе:**

1. Выбор базового узла и считывание структуры изделия (BOM) из CAD-модели сборки.
2. Фильтрация элементов сборки по признаку «Модернизировано/Заменено».
3. Автоматическое извлечение атрибутов карточек деталей (обозначение, наименование, материал).
4. Экспорт сгенерированной ведомости в формат PDF с электронной цифровой подписью.

Ответ: 1 → 3 → 2 → 4

### 8. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора

**Какая ИТ-функция современных САПР обеспечивает автоматическое изменение размеров на двумерном чертеже редуктора при изменении диаметра вала в трехмерной модели?**

1. Двусторонняя ассоциативность данных
2. Текстовое редактирование штампа
3. Растровая верификация
4. Импорт слоев чертежа

Ответ: 1

Обоснование: Ассоциативность связывает 3D-модель и чертеж в единую базу данных, гарантируя, что любое геометрическое изменение модели мгновенно и безошибочно отобразится в графической документации.

### 9. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

**Какие функциональные преимущества обеспечивает внедрение Интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР) при подготовке ремонтной документации на модернизированные наземные машины? (выбрать все верные)**

1. Возможность интеграции интерактивной 3D-анимации процессов разборки и сборки механизмов передач
2. Быстрый контекстный поиск кодов заменяемых деталей и сопряжений по электронной базе данных
3. Полный отказ от использования компьютеров и мобильных планшетов на ремонтных участках
4. Возможность автоматизированного обновления руководств у всех пользователей при изменении конфигурации машины

Ответ: 1, 2, 4

Обоснование: ИЭТР базируется на электронных базах данных, позволяет использовать 3D-графику и мгновенно обновляет информацию по сети. Утверждение об отказе от компьютеров технически неверно, так как ИЭТР функционирует исключительно на цифровых устройствах.

#### 10. Задание открытого типа с развернутым ответом

**Что представляет собой «дерево конструирования» (история построения) детали в САЕ-системе и почему оно критически важно при модернизации кулачковых или зубчатых механизмов?**

Ответ: Дерево конструирования — это хронологическая последовательность создания геометрических элементов и ограничений, из которых состоит 3D-модель детали. При модернизации оно критически важно, так как позволяет инженеру зайти в любой ранний этап построения (например, изменить профиль кулачка или делительный диаметр шестерни) и скорректировать его, при этом все последующие операции автоматически пересчитаются системой.

---

Уровень 2. Средний (анализ, расчёт, применение формул) – 10 вопросов

#### 11. Задание закрытого типа на установление последовательности

**Расположите этапы конечно-элементного САЕ-анализа прочности цилиндрического зубчатого механизма при подготовке расчетной документации модернизации в правильном порядке:**

1. Импорт геометрической 3D-модели зацепления колес в САЕ-модуль.
2. Разбиение твердотельной геометрии на сетку конечных элементов.
3. Задание граничных условий (фиксация вала, приложение крутящего момента к шестерне).
4. Расчет напряжений, генерация цветовых карт эквивалентных напряжений и автоматическое формирование отчета.

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4

#### 12. Задание открытого типа (расчетное)

**Инженер в САПР осуществляет параметрический синтез цилиндрической косозубой передачи. Числа зубьев шестерни  $z_1 = 18$ , колеса  $z_2 = 54$ , торцовый модуль зацепления  $mt = 5$  мм. Какое межосевое расстояние  $aw$  (в мм) система должна автоматически рассчитать и зафиксировать в электронной спецификации чертежа, если расчет ведется по встроенной формуле  $aw = mt * (z_1 + z_2) / 2$ ?**

Ответ:  $aw = 5 * (18 + 54) / 2 = 5 * 72 / 2 = 180$  мм. В документацию будет записано значение 180 мм.

#### 13. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора

**В модуле кинематического анализа САЕ-системы при расчете степеней свободы многозвенного зубчатого механизма по формуле Чебышева-Малышева программа выдала результат  $W = 0$  при наличии подвижных звеньев. О наличии какой ИТ-ошибки моделирования сборки это свидетельствует?**

1. В модели отсутствуют детали
2. Инженер ошибочно наложил избыточные геометрические связи (перезакрепил шарниры в сборке)
3. Завышена скорость вращения вала
4. Использован неверный сорт стали

Ответ: 2

Обоснование: Результат  $W = 0$  означает, что с точки зрения математики система превратилась в ферму (неподвижную конструкцию) из-за избыточных наложенных сопряжений в САЕ-сборке.

#### 14. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

**При автоматизированном синтезе кулачкового механизма в САЕ-системе анализируется график угла давления. Программа выделила зоны, где угол давления превышает допустимый предел ( $\alpha > [\alpha]$ ). Какие ИТ-решения в параметрической модели должен принять конструктор для обеспечения безопасной работы привода и фиксации данных в КД? (выбрать все верные)**

1. Увеличить радиус начальной шайбы кулачка в параметрической таблице САПР
2. Изменить закон перемещения толкателя на более плавный в модуле синтеза профиля
3. Полностью удалить возвратную пружину толкателя из модели сборки
4. Сместить ось толкателя, задав эксцентриситет в геометрических ограничениях

Ответ: 1, 2, 4

Обоснование: Увеличение начального радиуса кулачка, сглаживание закона движения и введение эксцентриситета математически уменьшают угол давления, предотвращая заклинивание механизма толкателя. Удаление пружины нарушит работоспособность кулачкового сопряжения.

**15. Задание закрытого типа на установление соответствия**

**Установите соответствие между типом геометрического ограничения в эскизе САПР при синтезе звеньев механизма и его кинематическим последствием:**

Геометрическое ограничение	Кинематическое последствие
1. Равенство радиусов двух окружностей	А. Обеспечивает постоянный контакт звеньев без отрыва в процессе движения
2. Касание линии и дуги профиля	Б. Жестко фиксирует равенство передаточных чисел и диаметров цилиндрических колес
3. Фиксация точки в начале координат	В. Задаёт неподвижную опору (стойку) для структуры механизма

Ответ:

1 – Б

2 – А

3 – В (определяет базис отсчета кинематических перемещений звеньев)

**16. Задание закрытого типа на установление последовательности**

**Укажите правильный порядок ИТ-процедур при автоматизированном контроле коллизий и пересечений элементов многозвенного редуктора в САД-системе перед выпуском КД:**

1. Запуск встроенного модуля интерференции (Clash Detection) для всей 3D-сборки.
2. Анализ сгенерированного системой отчета со списком пересекающихся объемов деталей.
3. Корректировка геометрии или зазоров сопряженных валов и колес в местах обнаружения коллизий.
4. Повторный проверочный расчет на отсутствие пересечений деталей при их относительном движении.

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4

**17. Задание открытого типа (расчетное)**

**Инженер настраивает параметрические уравнения связи в САД-системе для вычисления передаточного отношения  $u_{\text{общ}}$  трехступенчатого многозвенного редуктора модернизируемой машины. Передаточные отношения ступеней равны:  $u_1 = 2.5$ ;  $u_2 = 3.0$ ;  $u_3$**

= 2.0. Какое итоговое значение  $u_{\text{общ}}$  система рассчитает автоматически, если в коде шаблона документации заложена математическая формула произведения  $u_{\text{общ}} = u_1 * u_2 * u_3$ ?

Ответ:  $u_{\text{общ}} = 2.5 * 3.0 * 2.0 = 15$ . В отчетную документацию система запишет значение общего передаточного отношения, равное 15.

**18. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

При синтезе цилиндрических зубчатых колес в специализированном САПР-модуле инженер ошибочно задал разные значения шага зацепления для шестерни и колеса. Какое предупреждение выдаст ИТ-система при попытке генерации 3D-сборки?

1. Ошибка превышения массы редуктора
2. Геометрическая невозможность сопряжения (зубья колес не войдут в зацепление из-за несовпадения основного шага)
3. Ошибка изменения химического состава стали
4. Предупреждение об увеличении КД в объеме памяти

Ответ: 2

Обоснование: Равенство шагов зацепления сопрягаемых колес является фундаментальным геометрическим условием возможности существования зубчатой передачи, без которого САПР заблокирует сборку.

**19. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора**

Какие метаданные (атрибуты карточки электронного документа) в PDM-системе должен заполнить инженер для автоматического и корректного формирования ведомости модернизации наземного комплекса? (выбрать все верные)

1. Литерная версия документа (например, Версия 2.0 / Модернизированный)
2. Код обозначения изделия по ЕСКД и наименование детали
3. Фамилия и цифровая подпись утверждающего технического руководителя
4. Список хобби и увлечений инженера-проектировщика

Ответ: 1, 2, 3

Обоснование: Версия, обозначение, наименование и подписи ИТР — это регламентированные стандартом атрибуты конструкторского документа, используемые для идентификации и прослеживаемости изменений КД. Личные данные сотрудников (хобби) в структуру КД не входят.

**20. Задание закрытого типа на установление соответствия**

Установите соответствие между видом динамического анализа механизма передач в CAE-системе и типом генерируемого выходного документа:

Вид динамического анализа	Выходной документ в САПР
1. Расчет пусковых моментов привода	А. Трехмерная цветовая карта распределения эквивалентных напряжений в зубьях
2. Конечно-элементный анализ напряжений	Б. График зависимости крутящего момента на входном валу от времени цикла

Вид динамического анализа	Выходной документ в САПР
3. Частотный анализ (спектр резонансов)	В. Таблица критических частот собственных колебаний металлоконструкции рамы

Ответ:

1 – Б

2 – А

3 – В (служит для предотвращения явлений динамического резонанса при работе машин)

Уровень 3. Высокий (комплексный анализ, синтез, доказательства) – 5 вопросов

### 21. Задание открытого типа с развернутым ответом

**Разработайте ИТ-алгоритм автоматизированной сквозной модернизации кулачкового механизма привода рабочего органа машины, если в ТЗ изменена циклограмма движения толкателя (назовите не менее 4-х шагов автоматизированных систем).**

Ответ:

1. *Ввод новых данных:* В модуле кинематического синтеза САПР ввести новые уравнения (матрицы координат) требуемого закона движения толкателя.
2. *Пересчет геометрии:* Система автоматически генерирует скорректированный криволинейный рабочий профиль кулачковой шайбы с одновременным ИТ-контролем радиуса кривизны и угла давления.
3. *Обновление сборки:* Параметрические связи в САД передают измененную геометрию кулачка в общую 3D-модель наземной машины, автоматически перестраивая положение оси толкателя и пружины.
4. *Выпуск документации:* САПР автоматически обновляет проекционные виды на связанных чертежах, пересчитывает таблицу координат профиля кулачка и формирует Извещение об изменении в PDM-системе под новой литерной версией.

### 22. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора

**При попытке автоматической генерации ремонтных спецификаций из электронной 3D-сборки модернизированного трактора ИТ-валидатор выдал отчет о критических ошибках топологии. Какие дефекты моделирования сборки вызывают блокировку генерации документации TOP? (выбрать все верные)**

1. Наличие геометрической интерференции (пересечения объемов тел) между валом редуктора и телом подшипника (наложение деталей друг на друга)
2. Отсутствие заполненного обязательного атрибута карточки «Материал» у ряда оригинальных шестерен многозвенного механизма
3. Наличие незафиксированных (лишних) степеней свободы у деталей крепежа крышки редуктора в пространстве сборки
4. Использование шрифта Arial вместо GOST Type A в текстовом поле примечаний к чертежу

Ответ: 1, 2, 3

Обоснование: Пересечение тел (1) означает физическую невозможность сборки, отсутствие материала (2) блокирует расчет веса и прочности КД, а незафиксированные детали (3) ломают кинематическую схему сборки, делая генерацию легитимных спецификаций невозможной. Шрифт (4) является лишь эстетическим замечанием нормоконтроля и процесс генерации данных не блокирует.

### 23. Задание открытого типа с развернутым ответом

**Опираясь на принципы ИТ-проектирования и стандарты PLM/CALS-технологий, докажите техническую и экономическую необходимость применения систем управления конфигурацией изделия (Configuration Management в PDM) при ведении документации по модернизации наземных транспортных комплексов.**

Ответ: Наземные транспортные комплексы эксплуатируются десятилетиями и претерпевают множество локальных модернизаций механизмов передач и кулачков. Без систем управления конфигурациями возникает критический разрыв данных: ремонтная служба на линии может использовать чертежи версии «А», в то время как на заводе узел модернизирован до версии «В». Это приводит к закупке неверных запчастей и срыву ремонтов. Управление конфигурациями в PDM жестко увязывает цифровой паспорт конкретного заводского номера машины с актуальным набором только тех электронных документов (чертежей, спецификаций), которые физически установлены на данном экземпляре, обеспечивая 100% достоверность документации TOP и исключая финансовые потери от закупки нерелевантных узлов.

**24. Задание закрытого типа на установление последовательности**

**Расположите этапы сквозного ИТ-процесса внесения изменений в ремонтную документацию при обнаружении динамической нестабильности (вибрации) многозвенного редуктора машины в процессе эксплуатации в правильной последовательности:**

1. Передача телеметрических данных о вибрации узла из ремонтного депо в проектное бюро через PLM-сеть.
2. Проведение повторного динамического анализа в CAE и расчет измененной геометрии зубчатых колес.
3. Автоматическое обновление параметрической 3D-модели сборки редуктора и связанных чертежей в CAD.
4. Электронное согласование КД в PDM посредством цифровой подписи и автоматическая доставка обновленного ИЭТР на терминалы мастеров.

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4

**25. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора**

**При автоматизированном конечно-элементом CAE-анализе планетарного механизма система выдала отчет о превышении предела выносливости зубьев по напряжениям изгиба. Какое проектное решение должен принять и задокументировать инженер в ИТ-системе для исправления дефекта?**

1. Отключить модуль проверки прочности в настройках CAE-системы
2. Увеличить модуль зацепления (m) или ширину зубчатого венца (b) в параметрической CAD-модели с последующей автоматической регенерацией чертежа
3. Заменить материал колеса в электронной спецификации на технический пластик
4. Снизить скорость вращения вала двигателя в программе в 10 раз

Ответ: 2

Обоснование: Увеличение модуля и ширины венца в параметрической CAD-модели увеличивает площадь опасного сечения основания зуба, что снижает действующие изгибные напряжения до безопасного диапазона выносливости, а ассоциативность КД автоматически обновит все связанные чертежи и спецификации редуктора.

## **Контролируемая компетенция ПК-6**

Способен осуществлять подготовку технической документации, необходимой для технического контроля, модернизации и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин

Уровень 1. Базовый (проверка основных понятий)

**1. Задание закрытого типа на установление соответствия**

**Установите соответствие между классом ИТ-систем, применяемых коллективом при проектировании модернизации ремонтных участков, и их функциональным назначением:**

Класс системы	Функциональное назначение в проекте
1. CAD (САПР)	А. Инженерный анализ динамики, кинематики и прочности механизмов передач
2. CAE (расчетные модули)	Б. Управление инженерными данными, версиями документов и коллективной работой группы
3. PDM/PLM (базы данных)	В. Трехмерное параметрическое моделирование планировки участка и ремонтных стандов

Ответ:

1 – В

2 – А

3 – Б

## **2. Задание закрытого типа на установление последовательности**

**Расположите этапы совместной работы проектной группы над электронной документацией при модернизации поста обслуживания машин в правильном порядке:**

1. Разработка концептуальной 3D-планировки участка и расстановка оборудования.
2. Кинематический и прочностной анализ ремонтных стандов в CAE-модулях.
3. Автоматическая генерация спецификаций оборудования и ведомостей TOP.
4. Утверждение проекта в PDM-системе электронной цифровой подписью (ЭЦП).

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4

## **3. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех и обоснованием**

**Какой формат обмена данными использует коллектив разработчиков для бесконфликтной передачи трехмерных моделей ремонтных стандов из CAD-системы в CAE-систему для прочностного анализа?**

1. TXT
2. STEP (ISO 10303)
3. MP3
4. HTML

Ответ: 2

Обоснование: Формат STEP является международным нейтральным стандартом, который позволяет передавать точную геометрию и топологию твердотельных 3D-моделей между различными программными комплексами без потери параметрических данных.

## **4. Задание открытого типа с развернутым ответом**

**Что представляет собой концепция Электронного макета изделия (Digital Mock-Up, DMU), используемая коллективом при проектировании модернизации участков технического обслуживания машин?**

Ответ: Электронный макет (DMU) — это точная трехмерная цифровая сборка всех конструктивных элементов, ремонтных стандов и здания цеха в единой виртуальной среде. Он заменяет физический макет и служит коллективу инженеров для проверки собираемости

оборудования, контроля отсутствия пространственных пересечений (коллизий) и оценки эргономики рабочих мест до начала реального монтажа.

**5. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа и развернутым обоснованием**

**Какие структурные параметры механизмов передач коллектив инженеров обязан зафиксировать в электронной карточке PDM-системы при модернизации линии сборки приводов? (выбрать все верные)**

1. Число подвижных звеньев механизма
2. Классы и виды кинематических пар сопряжений
3. Наличие и количество избыточных (повторных) связей
4. Рыночная стоимость закупки металлорежущего инструмента сторонних поставщиков

Ответ: 1, 2, 3

Обоснование: Число звеньев, классы пар и избыточные связи — это фундаментальные параметры структурного анализа механизма, необходимые для корректного математического моделирования кинематики и исключения заклинивания привода. Финансовые котировки инструмента относятся к ERP-системам учета и не входят в конструкторскую структуру узла.

**6. Задание закрытого типа на установление соответствия**

**Установите соответствие между типом кинематической пары модернизируемого механизма и способом её моделирования (наложения связей) в САПР-системе:**

Тип кинематической пары	Способ моделирования в САПР
1. Вращательная пара (шарнир вала)	А. Ограничение касания профилей или закон связи угловых скоростей через уравнения
2. Поступательная пара (ползун)	Б. Соосность цилиндрических поверхностей и фиксация осевого смещения
3. Высшая пара (зацепление шестерен)	В. Совпадение или параллельность плоскостей граней с ограничением перемещения по осям

Ответ:

1 – Б

2 – В

3 – А

**7. Задание закрытого типа на установление последовательности**

**Расположите действия коллектива при подготовке графической ремонтной документации к архивации в PDM-системе в правильном порядке:**

1. Создание параметрической 3D-модели модернизированного узла.
2. Автоматическая генерация двумерных чертежей и проекционных видов.
3. Нормоконтроль и проверка чертежей встроенным валидатором САПР на соответствие ЕСКД.
4. Экспорт документов в защищенный формат (PDF/DWG) с подписанием ЭЦП.

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4

**8. Задание открытого типа с развернутым ответом**

**Каким образом механизм разграничения прав доступа «Check-Out / Check-In» в PDM-системе обеспечивает безопасность данных при коллективной работе над проектом модернизации цеха?**

Ответ: Механизм блокировки при извлечении (Check-Out) позволяет одному инженеру заблокировать файл 3D-модели или чертежа для редактирования. В это время остальные члены коллектива могут открывать этот документ только в режиме чтения. После завершения правок и возврата файла в систему (Check-In) блокировка снимается, а система автоматически создает новую версию документа, исключая потерю данных из-за одновременного хаотичного переписывания файла разными авторами.

**9. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех и обоснованием**

**Какой стандарт Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) является основой для коллектива при подготовке интерактивных электронных ремонтных документов и технических руководств для модернизированных дорожных машин?**

1. ГОСТ 2.301
2. ГОСТ 2.611
3. ГОСТ 2.106
4. ГОСТ 2.304

Ответ: 2

Обоснование: ГОСТ 2.611 регламентирует жесткие ИТ-требования к структуре, навигации, электронным подписям и правилам оформления интерактивных электронных эксплуатационных и ремонтных документов, адаптированных под цифровой документооборот.

**10. Задание закрытого типа на установление соответствия**

**Установите соответствие между видом автоматизированного анализа механизма передач в САЕ и типом генерируемого выходного документа:**

Вид анализа	Выходной документ в САПР
1. Кинематический анализ	А. Графики изменения крутящих моментов и сил инерции звеньев во времени
2. Динамический анализ	Б. Графики линейных перемещений, скоростей и траекторий движения толкателей
3. Численный анализ прочности (МКЭ)	В. Объемные цветные карты распределения эквивалентных напряжений в деталях

Ответ:

- 1 – Б
- 2 – А
- 3 – В

---

Уровень 2. Средний (анализ, расчёт, применение формул)

**11. Задание закрытого типа на установление последовательности**

**Укажите правильную последовательность ИТ-операций при настройке модуля конечно-элементного анализа САЕ-системы для проверки прочности зубьев цилиндрического колеса модернизируемого редуктора:**

1. Загрузка твердотельной 3D-модели колеса из CAD-системы в расчетное окно.
2. Задание физических свойств материала (модуль Юнга, предел текучести стали).
3. Построение конечно-элементной сетки с измельчением в корнях зубьев (зонах концентрации напряжений).
4. Приложение граничных условий (фиксация ступицы и приложение крутящего момента к рабочим граням зубьев).

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4

## 12. Задание открытого типа (расчетное)

Коллектив инженеров выполняет расчет общей эффективности работы привода модернизируемого подъемника. В автоматизированной таблице заложена формула расчета общего КПД последовательного многозвенного механизма:  $\eta_{\text{общ}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$ . Чему равен итоговый КПД, рассчитанный системой, если КПД первой ступени  $\eta_1 = 0.98$ , второй  $\eta_2 = 0.95$ , а третьей  $\eta_3 = 0.90$ ? Результат округлите до сотых.

Ответ: Расчет производится путем перемножения коэффициентов:  $\eta_{\text{общ}} = 0.98 \cdot 0.95 \cdot 0.90 = 0.931 \cdot 0.90 = 0.8379$ . После округления система автоматически запишет в ведомость параметров значение 0.84 (или 84%).

## 13. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа и обоснованием

В процессе автоматизированного структурного анализа рычажного механизма ремонтного опрокидывателя программа выдала результат подвижности  $W = 0$ , при этом в CAD-модели присутствуют подвижные звенья. Какую ошибку моделирования сопряжений коллективу необходимо исправить в файле сборки?

1. Увеличить мощность приводного электродвигателя в настройках симуляции в 10 раз
2. Удалить избыточные (дублирующие) геометрические ограничения в эскизах или шарнирах сборки, которые заклинили подвижность звеньев
3. Изменить масштаб отображения 3D-модели на экране монитора
4. Заменить цилиндрические колеса на конические

Ответ: 2

Обоснование: Результат  $W = 0$  означает, что математический алгоритм считает систему жесткой неподвижной фермой из-за избытка наложенных связей (перезакрепления деталей на уровне уравнений геометрических сопряжений САПР).

## 14. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов и развернутым обоснованием

Коллектив инженеров проектирует планировку цеха ремонта гидроприводов. Какие современные ИТ-инструменты обеспечивают наиболее эффективную визуализацию и совместное обсуждение компоновки оборудования в реальном времени? (выбрать все верные)

1. Системы виртуальной и дополненной реальности (VR/AR), интегрированные с мультипользовательским CAD-сервером
2. Отправка статических растровых скриншотов чертежей по электронной почте
3. Печать плоских планировок на широкоформатном плоттере с последующим нанесением пометок карандашом
4. Использование специализированных BIM-платформ для коллективного трехмерного проектирования инфраструктуры цехов

Ответ: 1, 4

Обоснование: VR/AR-технологии и BIM-платформы позволяют группе инженеров совместно находиться внутри интерактивного цифрового макета цеха в реальном времени, оценивая габариты проходов, траектории перемещения узлов и эргономику постов. Скриншоты и бумага — это устаревшие неинтерактивные методы, замедляющие коллективную работу.

### 15. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между параметром структурной формулы Чебышева-Мальшева ( $W = 3n - 2p_1 - p_2$ ), рассчитываемым ИТ-системой, и его программным выражением при моделировании сборки редуктора:

Параметр формулы	Программное выражение в САПР
1. Переменная $n$	А. Ограничение сопряжения типа «Вращение» или «Поступательное скольжение»
2. Переменная $p_1$	Б. Ограничение точечного или линейного контакта высших пар зубчатого зацепления
3. Переменная $p_2$	В. Количество подвижных 3D-деталей (тел), импортированных инженером в файл сборки

Ответ:

1 – В

2 – А

3 – Б

### 16. Задание закрытого типа на установление последовательности

Укажите правильный порядок прохождения Извещения об изменении (Engineering Change Order, ECO) в PDM-системе при коллективной корректировке чертежей вала редуктора:

1. Создание электронного запроса на изменение инженером проекта с техническим обоснованием.
2. Автоматическая блокировка старой версии чертежа системой для исключения параллельного редактирования.
3. Внесение правок в параметрическую 3D-модель вала и автоматическое обновление связанных видов чертежа.
4. Электронное согласование КД группой ИТР посредством цифровых подписей и присвоение новой литеры версии.

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4

### 17. Задание открытого типа (расчетное)

При модернизации лебедки дорожной машины коллектив рассчитывает геометрию цилиндрической зубчатой пары. Заданы параметры: модуль зацепления  $m = 5$  мм, число зубьев шестерни  $z_1 = 20$ , число зубьев колеса  $z_2 = 60$ . Какое межосевое расстояние  $a_w$  (в мм) САД-система автоматически пропишет в таблице параметров электронного чертежа по формуле  $a_w = m * (z_1 + z_2) / 2$ ?

Ответ:  $a_w = 5 * (20 + 60) / 2 = 5 * 80 / 2 = 200$  мм. Система автоматически зафиксирует значение 200 мм на сборочном чертеже привода.

### 18. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа и обоснованием

Коллектив инженеров проводит модернизацию кулачкового механизма диагностического стенда. В ИТ-модуле параметрического синтеза зафиксировано превышение угла давления выше критического порога ( $\alpha > [\alpha]$ ). Какое быстрое геометрическое решение в САПР позволит снизить угол давления и избежать заклинивания толкателя?

1. Полное удаление направляющих втулок толкателя из структуры сборки
2. Увеличение радиуса начальной шайбы кулачка в параметрической таблице модели
3. Замена материала кулачка со стали на резину без изменения размеров

#### 4. Уменьшение крутящего момента на валу кулачка

Ответ: 2

Обоснование: Увеличение начального радиуса кулачка математически уменьшает крутизну профиля подъема, что снижает действующий угол давления до безопасных величин и предотвращает заклинивание толкателя в направляющих.

**19. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов и обоснованием**  
**Какие типы данных проектная группа инженеров обязана импортировать в специализированный CAE-модуль для проведения автоматизированного анализа циклической выносливости и усталостной прочности валов трансмиссии? (выбрать все верные)**

1. Точная твердотельная 3D-геометрия вала с галтелями и шпоночными пазами из CAD-системы
2. Физико-механические свойства стали (кривая усталости Велера, предел текучести)
3. Спектр эксплуатационных динамических нагрузок (крутящих и изгибающих моментов) во времени
4. Инвентарный номер металлорежущего станка, на котором изготавливался вал

Ответ: 1, 2, 3

Обоснование: Геометрия (форма концентраторов напряжений), свойства материала (усталостная прочность) и характер действующих нагрузок — это три обязательных компонента, необходимых физическому конечно-элементному решателю CAE для расчета ресурса детали. Инвентарный номер станка в расчетах прочности не используется.

**20. Задание закрытого типа на установление соответствия**  
**Установите соответствие между типом ошибки, выявленной ИТ-валидатором 3D-сборки модернизируемого участка, и ее техническими последствиями:**

Выявленная ошибка моделирования	Техническое последствие ошибки
1. Геометрическая интерференция (пересечение тел)	А. Программа заблокирует расчет веса, центра тяжести и прочностной конечно-элементный анализ
2. Отсутствие заполненного атрибута «Материал»	Б. Узел теряет определенность движения, траектории перемещения звеньев рассчитываются неверно
3. Наличие незафиксированных степеней свободы деталей	В. Физическая невозможность осуществить сборку и монтаж оборудования в реальности

Ответ:

1 – В

2 – А

3 – Б

---

Уровень 3. Высокий (комплексный анализ, синтез, доказательства)

**21. Задание открытого типа с развернутым ответом**

**Разработайте структуру комплексного ИТ-алгоритма автоматизированного балансировочного синтеза многозвенного зубчатого привода, если в процессе коллективной**

## **CAE-симуляции обнаружен предаварийный рост динамических крутильных колебаний вала.**

Ответ (эталон): Алгоритм включает следующие шаги:

1. *Экспорт данных:* Экспортировать частотный спектр и амплитуды зафиксированных крутильных колебаний из CAE-модуля в единую PLM-систему проекта.
2. *Параметрическая корректировка:* Через общую таблицу параметров в САД изменить геометрические характеристики элементов: увеличить диаметр участков вала (для повышения жесткости) и скорректировать массы/моменты инерции маховиков.
3. *Внедрение демпфирования:* При необходимости коллективно интегрировать в 3D-сборку привода стандартную упругую муфту из цифровой библиотеки заимствованных компонентов.
4. *Перерасчет и фиксация КД:* Запустить автоматический повторный конечно-элементный перерасчет карт напряжений. При отсутствии резонанса PDM-система автоматически обновляет связанные чертежи и спецификации, присваивая пакету документов новую литерную версию TOP.

## **22. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов и развернутым обоснованием**

**Перед коллективной генерацией ремонтных спецификаций из комплексной 3D-модели модернизируемого цеха дорожных машин встроенный ИТ-валидатор заблокировал процесс, выдав отчет об ошибках топологии. Какие дефекты моделирования вызывают жесткую блокировку выпуска документации ИТ-системой? (выбрать все верные)**

1. Наличие геометрических пересечений между опорными рамами стендов и несущими колоннами здания цеха в пространстве сборки
2. Отсутствие заполненного обязательного атрибута карточки «Материал» у ряда разработанных нестандартных узлов металлоконструкций
3. Наличие незафиксированных степеней свободы у силовых гидроцилиндров в кинематической схеме сборки стенда
4. Использование чертежного шрифта GOST Type B вместо GOST Type A в текстовом поле штампа основной надписи чертежа

Ответ: 1, 2, 3

Обоснование: Наложение объемов тел (1) означает пространственную ошибку (невозможность монтажа), отсутствие материала (2) блокирует расчет веса и нагрузок на фундамент, а лишние степени свободы (3) ломают кинематические алгоритмы расчета движений механизмов, что делает КД нелегитимной. Тип шрифта (4) — это эстетическое отклонение оформления, которое процесс генерации данных системой не блокирует.

## **23. Задание открытого типа с развернутым ответом**

**Опираясь на принципы коллективного ИТ-проектирования и стандарты PLM/CALS-технологий, докажите техническую и экономическую необходимость применения систем автоматизированного управления конфигурациями изделия (Configuration Management) при ведении документации по модернизации наземных машин.**

Ответ (эталон): Наземные транспортно-технологические комплексы эксплуатируются десятилетиями и проходят множество этапов локальной модернизации узлов передач и кулачковых механизмов силами разных проектных групп. Без ИТ-систем управления конфигурациями возникает разрыв данных: ремонтная служба на линии может использовать чертежи версии «А», в то время как на заводе узел модернизирован до версии «В». Это приводит к закупке неверных запчастей, срыву сроков TOP и простоям. Управление конфигурациями в PDM жестко связывает цифровой паспорт конкретного заводского номера машины с актуальным набором только тех электронных документов (чертежей, спецификаций), которые физически установлены на данном экземпляре. Это обеспечивает 100% достоверность документации,

сокращает время подготовки ремонтов и исключает финансовые потери от закупки нерелевантных узлов.

#### **24. Задание закрытого типа на установление последовательности**

**Расположите этапы сквозного коллективного ИТ-процесса оптимизации прочности многозвенного редуктора подъемника — от фиксации проблемы при эксплуатации до обновления ремонтных руководств — в строгую логическую последовательность:**

1. Передача телеметрических данных о критической вибрации редуктора из ремонтного депо в проектное бюро через корпоративную PLM-сеть.
2. Проведение повторного динамического анализа в CAE-системе и расчет измененного (увеличенного) модуля зубьев шестерен.
3. Автоматическое обновление параметрической 3D-модели сборки редуктора и связанных проекционных чертежей в CAD.
4. Электронное согласование измененной КД подписями ИТР в PDM и публикация обновленного Интерактивного электронного технического руководства (ИЭТР) на сервере предприятия.

Ответ: 1 → 2 → 3 → 4

#### **25. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех и обоснованием**

**При коллективной автоматизированной верификации косозубого зацепления колес в САПР система выдала отчет о превышении предела выносливости зубьев по изгибным напряжениям. Какое конструктивное решение проектная группа должна внести в параметрическую модель для исправления дефекта прочности машины и автоматического обновления КД?**

1. Отключить встроенный ИТ-модуль проверки прочности в настройках программного обеспечения
2. Увеличение модуля зацепления ( $m$ ) или ширины зубчатого венца ( $b$ ) в параметрической таблице модели с автоматической регенерацией связанных чертежей
3. Замена материала тяжело нагруженного колеса в спецификации на технический пластик без изменения размеров
4. Удаление шпоночного паза с поверхности вала редуктора в файле детали

Ответ: 2

Обоснование: Увеличение модуля и ширины венца в параметрической CAD-модели увеличивает площадь опасного сечения основания зуба, что снижает действующие изгибные напряжения до безопасных допустимых величин, а сквозная ассоциативность САПР автоматически обновит все связанные чертежи и спецификации редуктора в базе данных коллектива.