

Документы Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
Информация о владельце: "Самарский государственный экономический университет"
ФИО: Кандрашина Елена Александровна
Должность: И.о. ректора ФГАОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»
Дата подписания: 20.07.2026 15:22:10
Уникальный программный ключ:
2db64eb9605ce27edd3b8e8fdd32c70e0674ddd2

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И ОЦИФРОВКА РЕАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством

Направленность (профиль) подготовки: Экономика и управление качеством

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

г. Самара, 2026

Разработчики:

Бессонов И. С.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством , утвержденного приказом Минобрнауки от 31.07.2020 № 869, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по техническому контролю качества продукции", утвержден приказом Минтруда России от 15.07.2021 № 480н; "Специалист по качеству", утвержден приказом Минтруда России от 22.04.2021 № 276н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Кафедра экономики, организации и стратегии развития предприятия	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Шепелев А. В.	Рассмотрено	15.05.2026, № 10

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в области применения технологий 3D-сканирования и аддитивного прототипирования для разработки методик технического контроля качества продукции, создания цифровых эталонов, а также организации и проведения внутренних аудитов процессов управления данными и совершенствования системы менеджмента качества на предприятии.

Задачи изучения дисциплины:

- Изучить международные и национальные стандарты в области метрологического обеспечения 3D-сканирования и прототипирования, освоить методы анализа технической документации и нормативных требований для выбора оборудования и обоснования точности контроля;
- Научиться разрабатывать, согласовывать и оформлять методики технического контроля с использованием технологий оцифровки (3D-сканирование) и аддитивного прототипирования (создание эталонов, калибров), включая выбор оборудования, стратегию сканирования, валидацию и верификацию методик, а также оценку неопределённости измерений;
- Освоить принципы интеграции процессов оцифровки и прототипирования в систему менеджмента качества, приобрести навыки проведения внутренних аудитов управления данными цифровых моделей и прототипов, анализа результатов аудитов и разработки корректирующих мероприятий для непрерывного улучшения процессов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-3 Способен разрабатывать новые методики технического контроля качества продукции

ПК-3.1 Анализирует документы по стандартизации в области технического контроля качества продукции

Знать:

ПК-3.1/Зн1 Международные и национальные стандарты в области метрологического обеспечения 3D-сканирования и прототипирования, требования к точности, погрешности и неопределённости измерений, структуру и содержание методик контроля, порядок их согласования и оформления.

Уметь:

ПК-3.1/Ум1 Анализировать технические условия, чертежи и нормативную документацию для определения контролируемых параметров, сопоставлять метрологические характеристики оборудования с требованиями стандартов, оценивать соответствие предлагаемых методик установленным нормам.

Владеть:

ПК-3.1/Нв1 Навыками работы с нормативной документацией и стандартами, методами сравнительного анализа метрологических характеристик оборудования, приёмами оформления аналитических заключений по результатам анализа документации.

ПК-3.2 Разрабатывает, согласовывает и оформляет новые методики технического контроля качества продукции

Знать:

ПК-3.2/Зн1 Принципы выбора оборудования и технологий сканирования и прототипирования под конкретные задачи контроля, требования к структуре и содержанию методик (последовательность операций, критерии приёмки, требования к ресурсам и персоналу), порядок согласования и утверждения методик в соответствии с внутренними регламентами.

Уметь:

ПК-3.2/Ум1 Разрабатывать пошаговые инструкции для проведения контроля с использованием технологий оцифровки и прототипирования, подбирать оборудование и программное обеспечение, обеспечивающее требуемую точность и эффективность, проводить валидацию методик на эталонных образцах и оформлять документацию по стандартам.

Владеть:

ПК-3.2/Нв1 Навыками разработки технической документации (методик, инструкций, отчётов), методами валидации и верификации методик контроля, навыками работы со специализированным программным обеспечением для обработки данных сканирования и построения цифровых эталонов.

ПК-5 Способен проводить внутренний аудит системы управления качеством организации и анализировать его результаты

ПК-5.2 Организует и контролирует работу по совершенствованию функционирования внутренней системы менеджмента качества (управления качеством) на предприятии (организации)

Знать:

ПК-5.2/Зн1 Требования стандартов к системе менеджмента качества, принципы интеграции процессов оцифровки и прототипирования в СМК, методы аудита процессов управления данными, оборудованием и персоналом, виды несоответствий и корректирующих действий.

Уметь:

ПК-5.2/Ум1 Организовывать аудиты процессов оцифровки и прототипирования в рамках СМК, анализировать результаты аудитов, выявлять несоответствия и разрабатывать корректирующие действия, контролировать выполнение мероприятий по совершенствованию процессов и использовать данные цифровых технологий для мониторинга качества.

Владеть:

ПК-5.2/Нв1 Навыками проведения внутренних аудитов системы менеджмента качества, методами анализа процессов и выявления коренных причин несоответствий, навыками разработки и внедрения корректирующих и предупреждающих действий, а также использования САПР и PDM/PLM для поддержки процессов менеджмента качества.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Прототипирование и оцифровка реальных объектов» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 8.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

Компетенция	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-3 - Способен разрабатывать новые методики технического контроля качества продукции		

ПК-3.1 Анализирует документы по стандартизации в области технического контроля качества продукции	Интегрированные САПР, Квалиметрия и экспертиза качества продукции, Методы и средства измерений, испытаний и контроля, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Производственная практика: организационно-управленческая практика, Производственная практика: практика по профилю профессиональной деятельности, Производственная практика: преддипломная практика, Российский и зарубежный опыт разработки и внедрения систем управления качеством, Стандартизация продукции	Интегрированные САПР, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Производственная практика: преддипломная практика
ПК-3.2 Разрабатывает, согласовывает и оформляет новые методики технического контроля качества продукции	Интегрированные САПР, Квалиметрия и экспертиза качества продукции, Контроль и экспертиза продукции (услуг), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Производственная практика: практика по профилю профессиональной деятельности, Производственная практика: преддипломная практика, Стандартизация продукции	Интегрированные САПР, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Производственная практика: преддипломная практика
ПК-5 - Способен проводить внутренний аудит системы управления качеством организации и анализировать его результаты		
ПК-5.2 Организует и контролирует работу по совершенствованию функционирования внутренней системы менеджмента качества (управления качеством) на предприятии (организации)	Государственный надзор за качеством продукции, Интегрированные САПР, Консалтинг и аудит качества, Основы менеджмента, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Производственная практика: преддипломная практика, Процессно-ориентированное управление	Интегрированные САПР, Консалтинг и аудит качества, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Производственная практика: преддипломная практика

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Индивидуальная контактная работа (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация

Восьмой семестр	108	3	36	18	18	0,15	53,85	Зачет
Всего	108	3	36	18	18	0,15	53,85	18

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа
Раздел 1. Разработка и валидация методик контроля с использованием технологий оцифровки и прототипирования	45	9	9	27
Тема 1.1. Анализ нормативной документации и выбор оборудования для оцифровки и прототипирования	22	4	4	14
Тема 1.2. Разработка, валидация и оформление методик контроля с использованием 3D-сканирования и аддитивного прототипирования	23	5	5	13
Раздел 2. Интеграция процессов оцифровки и прототипирования в СМК и внутренний аудит	45	9	9	26,85
Тема 2.1. Интеграция цифровых технологий в систему менеджмента качества и управление данными	22	4	4	14
Тема 2.2. Внутренний аудит процессов управления данными и прототипами. Анализ и непрерывное улучшение	23	5	5	12,85

5.2. Контрольные мероприятия по дисциплине

Вид контроля	Форма контроля/Оценочное средство
Текущий контроль	тестирование ситуационная задача
Промежуточная аттестация	Зачет

№ п/п	Наименование раздела	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
		Текущий	Промежут. аттестация
1	Разработка и валидация методик контроля с использованием технологий оцифровки и прототипирования	тестирование ситуационная задача	Зачет
2	Интеграция процессов оцифровки и прототипирования в СМК и внутренний аудит	тестирование ситуационная задача	Зачет

6. Оценочные материалы текущего контроля

1. Разработка и валидация методик контроля с использованием технологий оцифровки и прототипирования тестирование

№ п/п	Содержание вопроса		Компетенция
		Правильный ответ (ключ ответа)	
1	выберите правильный ответ Для разработки методики контроля геометрии прецизионной детали с допусками $\pm 0,05$ мм и размером 200 мм прежде всего необходимо: а) Выбрать самый дорогой сканер на рынке б) Сравнить требуемую точность (допуски) с метрологическими характеристиками (МРЕ) сканеров по стандарту ISO 10360 в) Использовать только лазерный сканер, так как он точнее оптического г) Провести сканирование любым доступным сканером и затем увеличить плотность точек Ответ: б		ПК-3
2	выберите правильный ответ Что обязательно должно быть включено в методику контроля детали с помощью 3D-сканирования для обеспечения достоверности результатов? а) Фотография оператора сканера б) Стоимость сканирующего оборудования в) Процедура верификации точности скана (например, с помощью эталонного объекта или контрольных размеров) г) История разработки CAD-модели детали Ответ: в		ПК-3
3	выберите правильный ответ Какой метод наиболее подходит для контроля геометрической точности калибра-шаблона, напечатанного методом SLS для контроля сварного узла? а) Визуальное сравнение с чертежом под ярким светом б) Измерение нескольких базовых размеров штангенциркулем в) Проверка на соответствие весу, указанному в спецификации материала г) Координатные измерения (КИМ) или высокоточное сканирование с последующим сравнением полученной модели с исходной CAD-геометрией Ответ: г		ПК-3
4	выберите правильный ответ Какой этап является критически важным для валидации новой методики контроля износа детали путем сравнения скана "как есть" с исходным сканом-эталоном? а) Проведение измерений на эталонных образцах с известным, сертифицированным износом и сравнение результатов методики с эталонными значениями б) Использование только одного оператора для всех сканирований в) Печать цветного отчета с картой отклонений г) Увеличение скорости сканирования для проверки в производственном темпе Ответ: а		ПК-3
5	выберите правильный ответ При контроле возможной деформации крупной детали (допустимая деформация 0,3 мм) сканером с погрешностью (МРЕ) 0,1 мм, что необходимо предусмотреть в методике для достоверного выявления деформации? а) Увеличить количество сканов, но анализировать только максимальное отклонение на цветовой карте б) Использовать только один высокоточный репер в центре детали в) Закрепить на объекте/основании систему высокоточных реперных точек до возможной деформации и проводить сравнение сканов относительно этой базы, а также применять статистический анализ отклонений г) Снизить допуск на деформацию до 0,05 мм Ответ: в		ПК-3

6	установите соответствие Соотнесите этап разработки методики контроля с использованием технологий оцифровки/прототипирования с его ключевым содержанием: 1. анализ требований и объекта контроля, 2. выбор методов и средств контроля, 3. разработка детальной процедуры контроля, 4. валидация методики контроля. Варианты: а) проведение практических испытаний на эталонах/реальных деталях для подтверждения точности и надежности методики, б) определение контролируемых характеристик, допусков, рисков дефектов на основе чертежей, ТУ, стандартов, в) подбор технологии сканирования/печати, конкретного оборудования, обеспечивающего требуемую точность и эффективность, г) документирование последовательности операций, критериев приемки/брака, требований к ресурсам и персоналу.		ПК-3
	Ответ:	1-б, 2-в, 3-г, 4-а	
7	установите соответствие Соотнесите типичную ошибку при разработке методики контроля с использованием технологий оцифровки/прототипирования с её наиболее вероятным прямым последствием: 1. нечеткие или отсутствующие критерии приемки, 2. отсутствие валидации методики перед внедрением, 3. учет реальных условий применения, 4. выбор оборудования, недоступного на предприятии. Варианты: а) получение недостоверных данных о геометрии объекта из-за влияния температуры, вибрации, освещения, б) субъективная оценка "годен/брак" и разногласия между контролером и технологом, в) принятие неверных решений о качестве на основе данных сканирования, не отражающих истинное состояние объекта, г) систематическая погрешность в результатах контроля, не выявленная до внедрения методики.		ПК-3
	Ответ:	1-б, 2-г, 3-а, 4-в	
8	установите соответствие Соотнесите вид контроля с оборудованием, наиболее подходящим для его проведения: 1. входной контроль геометрии литой детали, 2. выходной контроль мелких штампованных деталей, 3. контроль износа пресс-формы, 4. операционный контроль криволинейной поверхности. Варианты: а) портативный оптический сканер с высокой плотностью точек, б) стационарный лазерный сканер с системой реперов, в) 3D-печатный калибр-шаблон, г) КИМ с щуповой головкой.		ПК-3
	Ответ:	1-б, 2-в, 3-г, 4-а	
9	установите последовательность Расположите в правильном порядке этапы использования разработанной методики сканирования для анализа бракованной партии деталей: а) сформулировать вывод о наиболее вероятной причине брака на основе анализа отклонений, б) обнаружить партию деталей с визуальным браком после механической обработки, в) провести 3D-сканирование бракованных деталей и эталонной годной детали по утвержденной методике, г) сравнить полученные сканы бракованных деталей с цифровой моделью эталона и построить карты отклонений.		ПК-3
	Ответ:	б, в, г, а	
10	установите последовательность Расположите в правильном порядке этапы разработки новой методики контроля с использованием 3D-сканирования: а) провести практическую проверку (валидацию) методики на эталонных образцах с известными размерами, б) оформить окончательный документ методики, согласовать с метрологической службой и утвердить, в) проанализировать чертеж детали, технические условия и допуски на контролируемые характеристики, г) разработать детальную пошаговую инструкцию сканирования, обработки данных и сравнения с цифровой моделью, д) выбрать конкретный 3D-сканер и стратегию сканирования, исходя из требуемой точности и свойств поверхности.		ПК-3
	Ответ:	в, д, г, а, б	

1. Разработка и валидация методик контроля с использованием технологий оцифровки и прототипирования ситуационная задача

№ п/п	Содержание вопроса		Компетенция
		Правильный ответ (ключ ответа)	
1	приведите аргументы Технолог предлагает разрабатывать методику контроля только на основе бумажного чертежа, считая 3D-модель излишеством. Приведите аргументы в пользу обязательного использования 3D-модели из САПР при разработке методики контроля.		ПК-3

	Ответ: 3D-модель дает полную геометрию и взаимное расположение поверхностей, позволяет выявить скрытые и труднодоступные зоны контроля, автоматически определяет критические размеры и допуски, обеспечивает точность и исключает ошибки ручного считывания, служит основой для цифрового эталона при валидации.	
2	приведите аргументы Руководство считает, что можно не использовать специализированное ПО для обработки сканов, а достаточно визуального сравнения с чертежом. Приведите аргументы, доказывающие необходимость специализированного ПО для достоверного контроля. Ответ: ПО обеспечивает количественное сравнение скана с CAD (цветовые карты отклонений), расчет статистических параметров (среднее, стандартное отклонение), автоматическую фильтрацию шума, точное измерение сложных геометрических элементов (отверстия, радиусы, плоскости), ведение протоколов контроля и создание отчетов для аудитов, исключает субъективную оценку.	ПК-3
3	приведите аргументы Начальник ОТК предлагает разрабатывать методику сканирования без обязательной калибровки сканера перед каждой серией. Приведите аргументы, почему калибровка критически важна для методики контроля. Ответ: калибровка выявляет дрейф характеристик сканера, обеспечивает прослеживаемость измерений к эталонам, гарантирует заданную точность (MPE) в пределах допусков, предотвращает систематические ошибки, является требованием стандартов (ISO 10360), обеспечивает доверие к результатам контроля и защищает от ошибочных решений о браке.	ПК-3
4	решите ситуационную задачу Вам поручено разработать методику оцифровки крупной литой детали сложной формы (корпус насоса) для входного контроля геометрии. Деталь имеет глубокие полости и тонкие ребра жесткости. Главная цель – выявить отклонения от чертежа по критичным внутренним поверхностям. Какие ключевые параметры сканирования вы будете обосновывать в методике и почему? Ответ: Параметры: разрешение сканирования (высокое для полостей), стратегия позиционирования сканера (многоугловое сканирование с регистрацией по реперам), выбор типа сканера (лазерный или структурированный свет) в зависимости от материала и отражающей способности, нанесение реперных точек на внутренние поверхности для точной сшивки, фильтрация шума для удаления артефактов, процедура сравнения полученного облака с CAD-эталонном с построением карт отклонений.	ПК-3
5	решите ситуационную задачу Разработана новая методика контроля диаметра отверстия с использованием шупа КИМ. При валидации на эталонной детали с сертифицированным размером 50,000 мм методика дала результаты: 50,015; 50,012; 50,018; 50,020; 50,016 мм. Требуемая точность методики – $\pm 0,010$ мм. Какие выводы вы сделаете и какие действия предпримете? Ответ: Методика не годна (все результаты выходят за пределы $\pm 0,010$ мм, имеется систематическое смещение в сторону увеличения). Действия: проверить калибровку КИМ и эталонной детали, пересмотреть программу измерений в САПР (векторы касания, базовые точки), увеличить число измерительных точек для статистической достоверности, скорректировать алгоритм обработки, повторить валидацию, при успехе внести изменения в методику и переутвердить.	ПК-3

2. Интеграция процессов оцифровки и прототипирования в СМК и внутренний аудит тестирование

№ п/п	Содержание вопроса		Компетенция
		Правильный ответ (ключ ответа)	
1	выберите правильный ответ При аудите процесса входного контроля обнаружено, что участок 3D-сканирования активно используется для проверки геометрии, но отсутствует документированная процедура сканирования в рамках системы менеджмента качества. Какое несоответствие фиксируется? а) Несоответствие результативности (цели контроля достигнуты) б) Несоответствие документации (отсутствует требуемая документированная информация) с) Несоответствие реализации (процедура есть, но не выполняется) д) Нарушение требований к персоналу Ответ: б		ПК-5
2	выберите правильный ответ В отчете о сканировании детали для контроля отсутствует номер свидетельства о калибровке использованного сканера. Какое требование СМК это нарушает? а) Требования к компетентности персонала б) Требования к инфраструктуре с) Требование прослеживаемости измерений д) Требования к управлению несоответствующей продукцией Ответ: с		ПК-5

3	выберите правильный ответ Аудитор обнаружил, что сканы деталей хранятся на персональном компьютере инженера без резервного копирования и централизованного доступа. Главный риск для СМК: а) Увеличение времени доступа к данным б) Потеря критических данных контроля и нарушение прослеживаемости с) Неэффективное использование дискового пространства д) Снижение производительности компьютера инженера	ПК-5
	Ответ: б	
4	выберите правильный ответ При проверке участка сканирования выявлено: эталонный шаблон для ежедневной проверки сканера имеет скол. Какие немедленные действия должен инициировать аудитор? а) Проверить график обучения операторов б) Потребовать увеличить скорость сканирования с) Зафиксировать только как наблюдение д) Рекомендовать изъять поврежденный эталон из использования и провести внеплановую верификацию точности сканера	ПК-5
	Ответ: д	
5	выберите правильный ответ На прошлом аудите в цеху №1 выявлено несоответствие: отсутствуют записи о поверке термометра печи для постобработки 3D-печатных калибров. Назначено корректирующее действие. Текущий аудит показывает: записи появились, но термометр не поверен. Что фиксируется сейчас? а) Несоответствие документации б) Несоответствие результативности (корректирующее действие не привело к устранению причины) с) Несоответствие реализации д) Новое несоответствие, не связанное с предыдущим	ПК-5
	Ответ: б	
6	установите соответствие Соотнесите тип несоответствия в СМК с примером из области прототипирования/оцифровки: 1. несоответствие документации, 2. несоответствие реализации, 3. несоответствие ресурсов, 4. несоответствие результативности. Варианты: а) оператор 3D-сканера не прошел ежегодное обучение по технике безопасности, требуемое внутренней инструкцией, б) в процедуре управления данными цифровых моделей отсутствует раздел о резервном копировании сканов, в) эталонный шаблон для поверки сканера имеет скол и не пригоден к использованию, г) корректирующие действия по внедрению PDM-системы выполнены, но количество потерь данных сканов не уменьшилось.	ПК-5
	Ответ: 1-б, 2-а, 3-в, 4-г	
7	установите соответствие Соотнесите этап внутреннего аудита СМК с последствием его некачественного выполнения в контексте технологий оцифровки/прототипирования: 1. планирование аудита, 2. сбор объективных доказательств, 3. составление отчета, 4. анализ результатов аудита. Варианты: а) аудитор не обнаружил критичное несоответствие (просрочка калибровки сканера), так как этот процесс не был включен в план проверки, б) аудитор сделал неверный вывод о соответствии процесса на основе устных заверений, а не проверки записей о поверке сканера, в) выявленные проблемы с использованием нелегального ПО для CAD-моделирования описаны нечетко, что затрудняет понимание и разработку корректирующих действий, г) результаты аудита не приводят к улучшениям; системные проблемы в управлении данными сканов сохраняются.	ПК-5
	Ответ: 1-а, 2-б, 3-в, 4-г	
8	установите соответствие Соотнесите элемент системы управления данными с его проверкой при аудите: 1. версионирование CAD-эталонов, 2. права доступа к хранилищу сканов, 3. резервное копирование, 4. связь сканов с партиями продукции. Варианты: а) проверка регулярности и полноты копий данных, б) анализ журналов регистрации изменений и контроль несанкционированных правок, в) верификация именования файлов и ссылок на номера заказов, г) оценка разграничения прав на запись/чтение для разных категорий сотрудников.	ПК-5
	Ответ: 1-б, 2-г, 3-а, 4-в	

9	установите последовательность Расположите этапы в логической последовательности внутреннего аудита процесса управления данными сканов и цифровых моделей: а) провести интервью с инженерами и проверить факт сохранения сканов в централизованное хранилище с правильным именованием, б) составить отчет с выявленными несоответствиями (например, отсутствие резервного копирования, неконтролируемый доступ), в) проанализировать документацию СМК на предмет процедур хранения, именования и защиты цифровых моделей и сканов, г) запросить и проанализировать записи (логи) доступа к хранилищу за последний месяц, д) определить область аудита: процесс управления данными сканов и цифровых моделей для контроля качества.		ПК-5
	Ответ:	д, в, а, г, б	
10	установите последовательность Расположите этапы в логической последовательности действий после выявления несоответствия (например, просроченная поверка сканера): а) назначить корректирующие действия: провести внеочередную поверку сканера, внедрить систему оповещения о сроках калибровки, б) зафиксировать в отчете аудита: "Свидетельство о поверке 3D-сканера №XX просрочено на 15 дней", в) получить подтверждение от руководителя участка о понимании несоответствия и согласии с фактами, г) выявить в ходе проверки журнала: свидетельство о поверке сканера имеет истекший срок действия, д) проанализировать коренную причину: отсутствие системы отслеживания сроков поверки оборудования.		ПК-5
	Ответ:	г, б, в, д, а	

2. Интеграция процессов оцифровки и прототипирования в СМК и внутренний аудит ситуационная задача

№ п/п	Содержание вопроса		Компетенция
		Правильный ответ (ключ ответа)	
1	приведите аргументы Руководитель цеха считает, что внутренние аудиты процессов оцифровки – это пустая трата времени, поскольку сканеры работают исправно. Приведите аргументы, доказывающие необходимость регулярных аудитов даже при исправном оборудовании.		ПК-5
	Ответ:	аудит проверяет не только состояние сканера, но и соблюдение процедур (калибровка, обучение, документирование), выявляет риски потери данных, оценивает квалификацию персонала, подтверждает прослеживаемость измерений, служит основой для улучшения процессов и подготовки к внешним проверкам, является обязательным требованием ISO 9001.	
2	приведите аргументы Руководитель предлагает не документировать выявленные несоответствия подробно, а фиксировать их кратко «для себя». Приведите аргументы, почему важно документировать каждое несоответствие с привязкой к требованию и доказательствами.		ПК-5
	Ответ:	четкая запись нужна для объективного анализа и устранения коренных причин, обеспечивает юридическую защиту, служит доказательством для внешних аудиторов и надзора, позволяет проследить динамику и эффективность корректирующих действий, является основой для анализа со стороны руководства.	
3	приведите аргументы Руководство считает, что анализ результатов аудитов можно не проводить, достаточно просто выполнить корректирующие действия. Приведите аргументы, почему анализ результатов обязателен для СМК.		ПК-5
	Ответ:	анализ выявляет системные тренды и повторяющиеся проблемы, позволяет оценить результативность СМК в целом, дает обоснование для стратегических решений и перераспределения ресурсов, является требованием ISO 9001 и основой для постоянного улучшения, помогает выявить возможности для оптимизации процессов оцифровки и прототипирования.	
4	решите ситуационную задачу Аудитор проверяет систему управления цифровыми эталонами (CAD-моделями), используемыми для контроля геометрии отсканированных деталей. Он выясняет, что доступ к центральному репозиторию моделей имеют все инженеры отдела контроля качества и технологи, но нет журнала регистрации, кто и когда вносил изменения в файлы. Последняя версия модели критичной детали "Вал-Х" имеет дату изменения недельной давности, но никто не может вспомнить, кто и зачем ее правил. Какое ключевое требование к управлению документацией СМК (ИСО 9001) не выполняется в отношении цифровых эталонов?		ПК-5
	Ответ:	Нарушено требование прослеживаемости изменений и управления версиями. Документированная информация должна быть защищена от несанкционированных изменений, а изменения должны быть идентифицируемы (кто, когда, почему). Рекомендация: внедрить PDM-систему с обязательной регистрацией всех изменений и ограничением прав доступа.	

5	решите ситуационную задачу Аудитор анализирует отчет о внедрении 3D-сканирования для анализа брака литых корпусов вместо ручного обмера. В отчете указано: стоимость ручного контроля одной детали (время и труд) – 1200 руб.; стоимость контроля сканированием (амортизация сканера + время оператора + ПО) = 800 руб. За месяц контролируется 50 бракованных деталей для анализа. Рассчитайте экономию средств в месяц (руб.) от внедрения сканирования для данной задачи анализа брака, основываясь только на предоставленных данных. Какое дополнительное обоснование (нефинансовое) следует включить в отчет, чтобы подтвердить эффективность?		ПК-5
	Ответ:	Экономия в месяц = $(1200 - 800) \times 50 = 400 \times 50 = 20\,000$ руб. Дополнительное обоснование: повышение точности и достоверности измерений (обнаружение скрытых дефектов), сокращение времени анализа, возможность визуализации отклонений (карты цветов), улучшение прослеживаемости данных, снижение субъективных ошибок оператора, что приводит к более качественным корректирующим действиям и снижению общего уровня брака.	

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Зачет восьмой семестр

№ п/п	Содержание вопроса		Компетенция
		Правильный ответ (ключ ответа)	
1	ответьте на вопрос При входном контроле сложной литой детали разработана методика сравнения скана с CAD-моделью. Какие требования к оборудованию, процедуре сканирования и обработке данных должны быть заложены в методику, и какие аспекты этой методики будут проверены при внутреннем аудите системы менеджмента качества?		ПК-3, ПК-5
	Ответ:	Методика должна включать требования к калибровке сканера (сроки, эталон), нанесению реперных точек, выбору стратегии сканирования (плотность точек, перекрытие), фильтрации шума, алгоритму сравнения с CAD-эталоном и критериям приемки (допустимое отклонение, неопределённость). При аудите проверяются: наличие утверждённой документированной процедуры, актуальность свидетельств о поверке сканера, записи о ежедневной верификации, обучение оператора, управление версиями CAD-моделей и прослеживаемость результатов до конкретной партии деталей.	
2	ответьте на вопрос Разработана методика контроля износа пресс-формы путём сравнения текущего скана с первоначальным эталоном. Как провести валидацию такой методики и что аудитор проверит в части управления цифровыми эталонами?		ПК-3, ПК-5
	Ответ:	Валидация проводится на эталонной детали с искусственно созданным износом: результаты сканирования сравниваются с контрольными измерениями на КИМ, оценивается повторяемость (несколько сканов одним оператором) и правильность (отклонение от эталонных значений). В методике прописываются критерии приемки (например, погрешность не более 10% от допуска). При аудите проверяются: наличие утверждённого цифрового эталона, система контроля версий (кто и когда менял модель), права доступа к эталону, регистрация изменений, процедура периодической верификации эталона по физическому образцу.	
3	ответьте на вопрос Для выходного контроля партии штампованных деталей предлагается использовать 3D-печатный калибр-шаблон. Разработайте процедуру контроля с учётом точности самого калибра и опишите, как служба качества будет контролировать обращение с калибрами.		ПК-3, ПК-5
	Ответ:	Методика контроля предусматривает: изготовление калибра по CAD-модели с компенсацией усадки материала, контроль точности калибра на КИМ (сравнение с исходной CAD-моделью с допуском, например, $\pm 0,05$ мм), периодическую перепроверку калибра (раз в месяц), маркировку с указанием даты изготовления и срока годности. При контроле качества проверяются: наличие паспорта на калибр, протокола контрольных измерений, соблюдение сроков перепроверки, изъятие бракованных калибров, обучение персонала работе с шаблоном и ведение журнала выдачи/возврата.	
4	ответьте на вопрос В цеху внедрена методика анализа деформации крупных деталей после термообработки на основе 3D-сканирования. Как разработчик должен учесть паспортную погрешность сканера, чтобы не ошибиться в оценке деформации, и что аудитор проверит в журналах калибровки?		ПК-3, ПК-5
	Ответ:	В методике закладывается правило: деформация признаётся значимой, если измеренное отклонение превышает величину (допуск на деформацию + расширенная неопределённость сканера, рассчитанная по стандарту ISO 10360). Если отклонение меньше этой суммы, оно считается находящимся в пределах погрешности измерений. В журналах калибровки аудитор проверит: наличие действующего свидетельства о поверке, записи ежедневной калибровки (контрольных точек), журнал отказов оборудования, а также подтверждение, что операторы обучены и имеют допуск к работе с прибором.	
5	ответьте на вопрос Разработайте методику оцифровки детали с матовой поверхностью и мелкими отверстиями для контроля геометрических размеров. Какие требования к хранению и документированию сканов должны быть выполнены, чтобы обеспечить надёжность данных?		ПК-3, ПК-5

	Ответ: Методика предписывает: нанесение матового покрытия для устранения бликов, использование реперных точек для точной регистрации, выбор высокого разрешения сканирования, создание полигональной сетки с последующим сравнением с CAD-эталоном. Для обеспечения надёжности данных методика требует: сохранение сырых сканов и обработанных моделей в централизованном хранилище с именованием по шаблону (дата, номер партии, тип детали), версионирование файлов, ограничение прав доступа (только ответственные сотрудники), резервное копирование. При аудите проверяется наличие этих процедур и их соблюдение, а также связь сканов с записями о контроле (протоколами).	
6	ответьте на вопрос При внутренней проверке обнаружено, что сканы деталей хранятся на локальных компьютерах инженеров без централизованного управления и версионирования. Какие риски это создаёт для системы качества, и какие изменения следует внести в методику контроля, чтобы устранить проблему? Ответ: Риски: потеря критических данных при сбое компьютера, использование устаревших версий сканов или эталонов, невозможность проследить историю изменений, нарушение конфиденциальности и целостности данных. В методику контроля необходимо добавить раздел, обязывающий сохранять все сканы и отчёты в сетевую папку/PDM-систему с обязательным указанием: даты, номера партии, идентификатора оператора, серийного номера сканера и версии ПО. Также требуется регулярное резервное копирование и разграничение прав доступа (чтение/запись). Для устранения текущего нарушения назначается корректирующее действие: перенос всех данных в центральное хранилище, внедрение процедуры именования файлов и контроль её соблюдения.	ПК-3, ПК-5
7	ответьте на вопрос Разработана методика реверс-инжиниринга для создания CAD-эталона по отсканированному образцу. Какие этапы верификации полученной модели должны быть в методике, и как служба качества проверит корректность всего процесса создания эталона? Ответ: Методика включает: построение CAD-модели по облаку точек, сравнение полученной модели с исходным сканом (цветовая карта отклонений), проверку критических размеров и допусков на КИМ, утверждение модели как эталона подписью ответственного инженера. При контроле качества проверяются: лицензионность используемого ПО, квалификация инженера (сертификат), наличие протокола сравнения, отсутствие несанкционированных правок эталона (контроль версий), процедура согласования эталона с технологами и заказчиком, а также периодическая актуализация эталона при изменении чертежей.	ПК-3, ПК-5
8	ответьте на вопрос В методике контроля геометрии указана стратегия сканирования с высокой плотностью точек, что увеличивает время контроля и не вписывается в такт производства. Аудитор выявил это несоответствие. Как следует скорректировать методику и какие действия предпринять, чтобы повысить эффективность процесса? Ответ: Корректировка методики: оптимизировать плотность точек только на критических поверхностях (где допуски жёстче), использовать предварительное быстрое сканирование для обнаружения грубых отклонений, а детальное — только при выявлении проблем, сократить количество перекрытий при регистрации, применить алгоритмы автоматической фильтрации шума на этапе постобработки. Действия по повышению эффективности: пересмотреть методику с участием технологов и производственников, переобучить оператора скоростному сканированию, ввести контроль времени сканирования как показатель процесса. Результаты корректировки документируются, и через месяц проводится повторный аудит для проверки достижения целевых показателей.	ПК-3, ПК-5
9	ответьте на вопрос При валидации методики контроля плоскостности с помощью оптического сканера на эталонной плите получены отклонения, превышающие паспортную точность сканера. Как провести анализ причин и что нужно изменить в методике, чтобы обеспечить достоверность, и как будет проверено устранение проблемы? Ответ: Анализ причин включает: проверку калибровки сканера (срок, корректность), условия проведения сканирования (освещение, вибрации, температура), наличие бликов на эталонной плите (возможно, требуется матовое покрытие), ошибки регистрации сканов (неправильная установка реперов). По результатам корректируются настройки сканера или методика (например, добавление шага по устранению бликов, изменение угла сканирования). Проводится повторная валидация. Для подтверждения устранения проблемы составляется протокол с указанием причин и принятых мер. При последующей проверке аудитор требует этот протокол, проверяет записи о новой калибровке, а также проводит наблюдение за процессом сканирования, чтобы убедиться в соблюдении изменённой методики.	ПК-3, ПК-5
10	ответьте на вопрос Руководство внедряет 3D-сканер для анализа брака вместо ручного обмера. Как разработать методику расчёта экономической эффективности и какие показатели должны быть включены в систему мониторинга для оценки результативности этого нововведения?	ПК-3, ПК-5

Ответ:	Методика расчёта экономической эффективности: сравнение затрат на ручной контроль (трудозатраты × часовая ставка, время на один анализ) и затрат на сканирование (амортизация оборудования, расходные материалы, время оператора, амортизация ПО, обучение). За период (например, квартал) рассчитывается экономия = (затраты ручные – затраты сканирование) × количество анализов. В систему мониторинга включаются показатели: время на один анализ (до и после), количество выявленных дефектов на 100 деталей, процент ошибок ручного контроля (рекламации), загрузка сканера. Ежеквартально проводится анализ этих данных на совещании по качеству; при положительной динамике принимается решение о расширении применения сканирования, при отрицательной – проводится анализ причин и корректировка.
--------	---

7.1. Уровни овладения

Компетенция: ПК-3 Способен разрабатывать новые методики технического контроля качества продукции.

Индикатор достижения компетенции: ПК-3.1 Анализирует документы по стандартизации в области технического контроля качества продукции.

Уровень	Характеристика	Оценка в баллах
Повышенный	Достигнуто полное овладение знаниями, умениями и навыками. Студент свободно владеет терминологией, умеет применять теоретические знания в различных ситуациях для решения поставленных задач.	81-100
Базовый	Достигнуто достаточное овладение знаниями, умениями и навыками. Студент уверенно владеет терминологией, умеет применять теоретические знания в различных ситуациях для решения поставленных задач.	61-80
Пороговый	Достигнуто овладение минимально необходимыми знаниями, умениями и навыками. Студент владеет основной терминологией, умеет применять теоретические знания для решения поставленных задач в стандартных ситуациях.	41-60
Ниже порогового	Компетенция не освоена	0-40

Индикатор достижения компетенции: ПК-3.2 Разрабатывает, согласовывает и оформляет новые методики технического контроля качества продукции.

Уровень	Характеристика	Оценка в баллах
Повышенный	Достигнуто полное овладение знаниями, умениями и навыками. Студент свободно владеет терминологией, умеет применять теоретические знания в различных ситуациях для решения поставленных задач.	81-100
Базовый	Достигнуто достаточное овладение знаниями, умениями и навыками. Студент уверенно владеет терминологией, умеет применять теоретические знания в различных ситуациях для решения поставленных задач.	61-80
Пороговый	Достигнуто овладение минимально необходимыми знаниями, умениями и навыками. Студент владеет основной терминологией, умеет применять теоретические знания для решения поставленных задач в стандартных ситуациях.	41-60
Ниже порогового	Компетенция не освоена	0-40

Компетенция: ПК-5 Способен проводить внутренний аудит системы управления качеством организации и анализировать его результаты.

Индикатор достижения компетенции: ПК-5.2 Организует и контролирует работу по совершенствованию функционирования внутренней системы менеджмента качества (управления качеством) на предприятии (организации).

Уровень	Характеристика	Оценка в баллах
Повышенный	Достигнуто полное овладение знаниями, умениями и навыками. Студент свободно владеет терминологией, умеет применять теоретические знания в различных ситуациях для решения поставленных задач.	81-100
Базовый	Достигнуто достаточное овладение знаниями, умениями и навыками. Студент уверенно владеет терминологией, умеет применять теоретические знания в различных ситуациях для решения поставленных задач.	61-80
Пороговый	Достигнуто овладение минимально необходимыми знаниями, умениями и навыками. Студент владеет основной терминологией, умеет применять теоретические знания для решения поставленных задач в стандартных ситуациях.	41-60
Ниже порогового	Компетенция не освоена	0-40

8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Инженерная 3D-компьютерная графика: учебник и практикум для спо / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева. - 3-е изд. - Москва: Юрайт, 2026. - 596 с - 978-5-534-20468-1. - Текст: электронный // ИКО Юрайт: [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/589943> (дата обращения: 21.05.2026). - Режим доступа: по подписке
2. Крутских, В. В. Моделирование в LabVIEW: учебник для вузов / В. В. Крутских. - Москва: Юрайт, 2026. - 171 с - 978-5-534-13681-4. - Текст: электронный // ИКО Юрайт: [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/588426> (дата обращения: 21.05.2026). - Режим доступа: по подписке
3. Древис, Ю. Г. Имитационное моделирование: учебное пособие для вузов / Ю. Г. Древис, В. В. Золотарёв. - 2-е изд. - Москва: Юрайт, 2026. - 136 с - 978-5-534-11385-3. - Текст: электронный // ИКО Юрайт: [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/587163> (дата обращения: 21.05.2026). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Моделирование процессов и систем: учебник и практикум для вузов / Е. В. Стельмашонок, В. Л. Стельмашонок, Л. А. Еникеева, С. А. Соколовская. - Москва: Юрайт, 2026. - 304 с - 978-5-534-18225-5. - Текст: электронный // ИКО Юрайт: [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/583796> (дата обращения: 21.05.2026). - Режим доступа: по подписке
2. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение: учебник для вузов / В. С. Левицкий. - 9-е изд. - Москва: Юрайт, 2026. - 395 с - 978-5-534-09496-1. - Текст: электронный // ИКО Юрайт: [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/598400> (дата обращения: 21.05.2026). - Режим доступа: по подписке

3. Вышнепольский, И. С. Техническое черчение: учебник для вузов / И. С. Вышнепольский. - 11-е изд. - Москва: Юрайт, 2026. - 272 с - 978-5-534-20251-9. - Текст: электронный // ИКО Юрайт: [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/598428> (дата обращения: 21.05.2026). - Режим доступа: по подписке

8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <https://digital.gov.ru> - Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минцифры России)
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»
3. <https://edu.gov.ru/> - Министерство просвещения Российской Федерации (Минпросвещения России)

8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

1. МойОфис;
2. AutoCAD 2005;
3. Mathcad 13 CLASSROOM;
4. Corel DRAW Graphics Suite X3 12 (русская);

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Комплекты ученической мебели Мультимедийный проектор Доска Экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий (занятий семинарского типа)	Комплекты ученической мебели Мультимедийный проектор Доска Экран Компьютеры с выходом в сеть «Интернет» и ЭИОС СИ
Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций	Комплекты ученической мебели Мультимедийный проектор Доска Экран Компьютеры с выходом в сеть «Интернет» и ЭИОС СИ
Учебные аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплекты ученической мебели Мультимедийный проектор Доска Экран Компьютеры с выходом в сеть «Интернет» и ЭИОС СИ

Помещения для самостоятельной работы	Комплекты ученической мебели Мультимедийный проектор Доска Экран Компьютеры с выходом в сеть «Интернет» и ЭИОС СПб
Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования	Комплекты специализированной мебели для хранения