

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Технология и оборудование машиностроительных  
производств»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №9 от 16 апреля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В ЦИФРОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ»**

Направление: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

Передовые производственные технологии

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Составитель программы:  
Савилов Андрей  
Владиславович  
Дата подписания: 29.05.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Утвердил: Пашков Андрей  
Евгеньевич  
Дата подписания: 29.05.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Согласовал: Савилов Андрей  
Владиславович  
Дата подписания: 29.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.



**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Контроль качества в цифровом производстве» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований	ОПК-1.2, ОПК-1.4
ОПК-2 Способен разрабатывать современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.2, ОПК-2.4

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК-1.2	Формулирует цели и задачи исследования в области контроля изделий машиностроительных производств	<b>Знать</b> основы теории, принципы действия, конструктивные особенности и основные эксплуатационные характеристики систем автоматизированного контроля в цифровом производстве. <b>Уметь</b> снимать показания с систем автоматизированного контроля и анализировать полученные данные. <b>Владеть</b> навыками использования систем автоматизированного контроля для контроля качества авиационных деталей.
ОПК-1.4	Выбирает и создает критерии оценки исследований в области контроля изделий машиностроительных производств	<b>Знать</b> основные принципы и правила использования средств измерения и контроля; маркировку, обозначение классов точности; связь классов точности. <b>Уметь</b> оценивать правильность применения средств измерения и контроля; обоснованно выбирать и применять методику расчета метрологических характеристик систем автоматизированного контроля. <b>Владеть</b> методами структурного анализа и синтеза измерительных приборов и систем; методикой формирования первичных диагностических признаков объектов; навыками сбора,

		обработки и анализа информации о надежности средств измерений.
ОПК-2.2	Разрабатывает современные методы исследования в области контроля изделий машиностроительных производств	<b>Знать</b> виды продукции и услуг, подлежащие обязательной сертификации; объекты добровольной сертификации; правила и порядок проведения сертификации. <b>Уметь</b> выбирать номенклатуру основных групп показателей качества продукции и состояния производства; проводить анализ организации статистического контроля качества и управления технологическими процессами. <b>Владеть</b> навыками применения измерительной техники; обработки экспериментальных данных.
ОПК-2.4	Объективно оценивает и наглядно представляет результаты выполненного контроля изделий машиностроительных производств	<b>Знать</b> основы метрологического обеспечения; способы анализа качества продукции и регулирования технологических процессов. <b>Уметь</b> разрабатывать алгоритмы обработки результатов измерений и контроля качества продукции; выбирать структуры метрологического обеспечения производственных процессов. <b>Владеть</b> навыками работы на сложном контрольно-измерительном оборудовании; проведения метрологической экспертизы; выбора схем поверки средств измерений; сбора, обработки и анализа информации о надежности системы измерения

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Контроль качества в цифровом производстве» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Машиностроение и технологии производства», «Технологическое оборудование аэрокосмической промышленности»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Оптимизация технологических процессов механообработки», «Автоматизация технологических процессов в машиностроении»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 7 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах
--------------------	------------------------------------

	(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 2	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	252	144	108
Аудиторные занятия, в том числе:	69	39	30
лекции	13	13	0
лабораторные работы	28	13	15
практические/семинарские занятия	28	13	15
Контактная работа, в том числе	0	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	147	69	78
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Зачет	Экзамен	Зачет

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

###### Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Оборудование и программное обеспечение для контроля качества	1	7	1, 2, 3, 4	13			1, 2, 3	37	Отчет по лабораторной работе
2	Технология контроля качества в цифровом производстве	2	6			1, 2, 3, 4	13	4	32	Отчет
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		13		13		13		105	

###### Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы	Виды контактной работы			СРС	Форма текущего
		Лекции	ЛР	ПЗ(СЕМ)		

	<b>дисциплины</b>	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	<b>контроля</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Качество изделий и единство измерений					1, 2, 3, 4	15	1, 3, 4	70	Отчет
2	Контроль качества поверхности авиационных деталей			1, 2, 3, 4	15			2	8	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего				15		15		78	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Оборудование и программное обеспечение для контроля качества	Классификация и компоновки КИМ. Система координат КИМ и система координат детали. Программное обеспечение работы КИМ. Контроль зубчатых колес на КИМ. Восстановительное проектирование.
2	Технология контроля качества в цифровом производстве	Измерения в цифровом производстве. Контроль авиационных деталей. Меры длины и плоского угла. Измерение углов и конусов. Методы и средства измерения отклонений формы и расположения поверхностей. Контроль параметров зубчатых колес. Применение контрольно-измерительных приспособлений.

##### Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Качество изделий и единство измерений	Основные понятия о качестве изделий в цифровом производстве. Погрешность, виды и причины возникновения погрешностей при изготовлении и измерении. Нормирование точности изделий.
2	Контроль качества поверхности авиационных деталей	Оптико-механические приборы. Методы и средства измерения шероховатости поверхности. Оптические средства измерения шероховатости. Щуповые приборы для измерения шероховатости. Методы и средства измерения параметров резьбы. Контроль поверхностных дефектов. Контроль внутренних дефектов.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 2

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Изучение системы компьютерного	4

	обследования «Zeiss Calypso»	
2	Конфигурирование щуповых систем для измерения авиационных деталей	3
3	Автоматизированный контроль зубчатых колес в системе «Calypso GEAR PRO»	3
4	Контроль деталей со сложными кривыми поверхностями в ПО HoloS	3

### Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Контроль качества поверхности щуповым прибором для измерения шероховатости Talysurf 200	4
2	Контроль качества поверхности оптическим прибором для измерения шероховатости Bruker ContourGT-K1	4
3	Контроль качества поверхностного слоя вихретоковым методом с использованием прибора Sigmatest R2.069	4
4	Контроль твердости заготовок портативным твердомером Mitutoyo Hardmatic HH410	3

### 4.4 Перечень практических занятий

#### Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Определение систем координат детали и координатно-измерительной машины.	4
2	Определение измеряемых элементов детали. Формуляр определения параметров для измеряемых элементов. Автоматическое распознавание элементов.	3
3	Создание и настройка цикла автоматического контроля параметров прямозубого колеса. Модификация программы измерений для прямозубого колеса.	3
4	Создание и настройка цикла автоматического контроля параметров косозубого колеса. Модификация программы измерений для косозубого колеса.	3

#### Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Изучение системы компьютерного обследования «PowerINSPECT»	3
2	Контроль деталей в системе компьютерного	4

	обследования «PowerINSPECT»	
3	Контроль деталей со сложными кривыми поверхностями в системе «PowerINSPECT»	4
4	Контроль геометрических элементов деталей в системе «PowerINSPECT»	4

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	16
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	8
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	13
4	Проработка разделов теоретического материала	32

##### Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	16
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	8
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	16
4	Проработка разделов теоретического материала	38

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

###### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

С.А. Тимофеев, А.В. Савилов, А.С. Пятых. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В ЦИФРОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ для магистров очной формы обучения.

###### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

С.А. Тимофеев, А.В. Савилов, А.С. Пятых. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА В ЦИФРОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ для магистров очной формы обучения.

###### 5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)  
Подготовка к лабораторным/практическим занятиям предполагает предварительную самостоятельную работу студентов в соответствии с методическими разработками по

каждой запланированной теме. В ходе подготовки к лабораторным и практическим занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам

Отчет по лабораторной работе должен содержать цель, краткое описание хода работы, эскизы изучаемых инструментов, протоколы измерения инструментальных наладок согласно индивидуальному заданию.

Оформление отчета должно быть выполнено в соответствии с СТО "027-2015 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. Учебно-методическая деятельность. Общие требования к организации и проведению лабораторных работ".

Подготовка к сдаче и защите отчетов

Подготовка к сдаче и защите отчетов по лабораторным и практическим работам предполагает подготовку по контрольным вопросам и проработку хода выполнения лабораторных и практических работ.

Подготовка к зачёту

При подготовке к зачету (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Проработка отдельных разделов теоретического курса

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 1: Абсолютная и относительные погрешности измерений. Метрологические характеристики средств измерений.

Тема 2: Организация различных видов контроля.

Тема 3: Средства для измерения углов абсолютным методом. Тригонометрические средства измерения углов.

Тема 4: Средства для проверки норм контакта зубьев. Средства для проверки норм бокового зазора.

Тема 5: Научная база по стандартизации. Объекты стандартизации.

Тема 6: Схемы и системы сертификации. Правила и порядок проведения сертификации.

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 2 | Отчет по лабораторной работе**

##### **Описание процедуры.**

Выполнение практического задания. Устное собеседование по теоретическим вопросам.

##### **Критерии оценивания.**

Усвоил выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции; успешно выполняет лабораторные работы.

#### **6.1.2 семестр 2 | Отчет**

### **Описание процедуры.**

Устное собеседование по теоретическим вопросам.

### **Критерии оценивания.**

Продемонстрированы методы применения информационно-измерительных систем для контроля качества машиностроительной продукции.

### **6.1.3 семестр 3 | Отчет по лабораторной работе**

#### **Описание процедуры.**

Выполнение практического задания. Устное собеседование по теоретическим вопросам.

#### **Критерии оценивания.**

Усвоил выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции; успешно выполняет лабораторные работы.

### **6.1.4 семестр 3 | Отчет**

#### **Описание процедуры.**

Устное собеседование по теоретическим вопросам.

#### **Критерии оценивания.**

Продемонстрированы методы применения информационно-измерительных систем для контроля качества машиностроительной продукции.

## **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ОПК-1.2	Усвоил выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции; успешно выполняет лабораторные работы.	Выполнение практического задания. Устное собеседование по теоретическим вопросам.
ОПК-1.4	Продемонстрированы методы применения информационно-измерительных систем для контроля качества машиностроительной продукции.	Устное собеседование по теоретическим вопросам.
ОПК-2.2	Проанализированы информационные и статистические материалы по контролю качества изделий в машиностроении.	Устное собеседование по теоретическим вопросам.

ОПК-2.4	Усвоил методы структурного анализа и синтеза измерительных приборов; успешно выполняет лабораторные работы.	Устное собеседование по теоретическим вопросам.
---------	---	---

## 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Для оценки знаний на экзамене предлагаются билеты. В каждом билете два вопроса, которые охватывают основные разделы дисциплины. Экзамен по дисциплине проводится с использованием фонда оценочных средств для проведения аттестации по дисциплине.

Пример задания:

1. Классификация КИМ.
2. Основные компоновки КИМ
3. Конструкция и общее устройство КИМ
4. Системы управления и программное обеспечение КИМ.
5. Точность КИМ.
6. Увязка СК КИМ и СК детали. Метод ПЛТ.
7. Увязка СК КИМ и СК детали. Метод геометрических элементов.
8. Увязка СК КИМ и СК детали. Метод трёх сфер.
9. Увязка СК КИМ и СК детали. Метод свободной формы.
10. Увязка СК КИМ и СК детали. Улучшенное вписывание.
11. Система Calipso. Назначение. Функциональные возможности
12. Контроль поверхности детали на КИМ
13. Контроль сечений деталей на КИМ.
14. Контроль геометрических элементов на КИМ.
15. Калибровка измерительных наконечников КИМ
16. Протокол контроля детали на КИМ.
17. Отчёт о проведённом контроле.
18. Система Holos. Назначение. Функциональные возможности.
19. Система Calipso. Подготовка программ измерения.
20. Контроль зубчатых колёс на КИМ.
21. Подготовка программы измерения зубчатых колёс в GEAR PRO
22. Измерение прямозубых колёс в GEAR PRO
23. Измерение косозубых колёс в GEAR PRO
24. Сканирование деталей. Область применения.
25. Оборудование для сканирования.
26. Восстановительное проектирование. Редактирование массива точек.
27. Восстановительное проектирование. Редактирование сканлиний. Триангуляция.
28. Восстановительное проектирование. Формирование каркаса модели и её поверхности.

-

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн	Неудовлетворительно
---------	--------	------------------	---------------------

		<b>о</b>	
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

### 6.2.2.2 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

#### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

Зачет проводится в устной форме, каждый магистр должен ответить на два теоретических вопроса, зачет выставляется с учётом результатов защиты лабораторных и практических работ. Зачет по дисциплине проводится с использованием фонда оценочных средств для проведения аттестации по дисциплине.

#### Пример задания:

Защита отчетов по лабораторным и практическим работам семестра 3\_

#### 6.2.2.2.2 Критерии оценивания

<b>Зачтено</b>	<b>Не зачтено</b>
Оценка «зачтено» ставится при условии выполнения студентом всех практических и лабораторных работ, предусмотренных учебным планом. Ответы на вопросы	Оценка «не зачтено» ставится в случае невыполнения студентом практических работ, предусмотренных учебным планом. Ответы на вопросы преподавателя, не

преподавателя, отражают полноту знаний дисциплины.	отражает полноту знаний дисциплины.
--	-------------------------------------

## **7 Основная учебная литература**

1. Контроль качества в машиностроении : методические указания по выполнению лабораторных и практических работ для магистров очной формы обучения / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 147.
2. Зубарев Ю. М. Автоматизация координатных измерений в машиностроении : учебное пособие для машиностроительных вузов / Ю. М. Зубарев, С. В. Косаревский, 2017. - 159.

## **8 Дополнительная учебная литература и справочная**

1. Координатные измерительные машины и их применение / В.-А. А. Гапшис, А. Ю. Каспарайтис, М. Б. Модестов, 1988. - 326.
2. Метрологическое обеспечение измерительных информационных систем: (Теория, методол., орг.) / Удовиченко Е. Т., Брагин А. А., Семенюк А. Л. и др., 1991. - 190.

## **9 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Delcam. PowerINSPECT

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Прибор для бесконтактного измерения параметров шероховатости-Оптический профилометр Contour GT-K1
2. Координатно-измерительная машина "MicroScribe CMS-G2-SYS"
3. Система прецизионного анализа линейно-угловых величин- координатно-измерительная машина CONTURA G2 вариант исполнения 7/7/6,АКТИВ