

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



Первый проректор, проректор по научной  
и инновационной работе

В.Г. Прокошев

« 03 » 06 20 15 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

#### КОНТРОЛЬ, ОЦИФРОВКА И ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Направление подготовки 15.06.01 Машиностроение

Направленность (профиль) подготовки Технология и оборудование механической и  
физико-технической обработки

Уровень высшего образования Подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация выпускника «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения очная

Год	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРА, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	2/72	20	4		48	зачет
Итого	2/72	20	4		48	зачет

г. Владимир 2015 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями дисциплины «Контроль, оцифровка и обработка изображений пространственных деталей в машиностроении» являются:

– научить обучающихся основам трехмерного контроля, сканирования и оцифровки изображения, а также создания математических моделей в системах сквозного проектирования.

– ознакомить с функционированием трехмерных сканеров в процессе практической разработки моделей для конкретных деталей;

- изучить теоретические и практические основы бесконтактных методов сканирования.

Задачи дисциплины:

– привить практические навыки и знания по: трехмерному сканированию, контролю и оцифровке в системах контактного и бесконтактного сканирования;

– ознакомить с программными обеспечениями по оцифровке и обработке изображений с целью создания математических моделей деталей в системах сквозного проектирования;

– привить практические навыки и знания по: выбору метода сканирования, подготовке, калибровке сканера, проведению сканирования и контроля; разработке математической модели детали из полученного облака точек;

– изучить основные принципы работы бесконтактных трехмерных сканеров, особенности построения данного оборудования и тенденции развития 3D-сканеров лазерного и оптического типов, состава и структуры сканирующих систем, особенностей взаимодействия отдельных блоков в сканере, и внешних CAD-программ с различными интерфейсами;

– получить навыки работы с интерфейсами основных типов и систем 3D-сканеров.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ОПОП ВО)

Дисциплина «Контроль, оцифровка и обработка изображений пространственных деталей в машиностроении» изучается на 2-ом году подготовки по направлению 15.06.01 «Машиностроение», направленности (профиля) подготовки «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» и относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В. ДВ.2.2).

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в результате освоения образовательной программы высшего образования второго уровня (магистратура, специалитет). Обучающийся должен иметь базовые знания математических, естественнонаучных дисциплин, уметь применять методы математического анализа, теоретического моделирования и экспериментального исследования объектов машиностроения.

Курс базируется на сочетании образовательной, специальной и практической подготовки.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

– **универсальные компетенции**, не зависящие от конкретного направления подготовки;

- **общепрофессиональные компетенции**, определяемые направлением подготовки;
- **профессиональные компетенции**, определяемые направленностью (профилем) программы аспирантуры в рамках направления подготовки (далее – направленность программы).

При разработке программы аспирантуры все универсальные и общепрофессиональные компетенции включаются в набор требуемых результатов освоения программы аспирантуры.

Перечень профессиональных компетенций программы аспирантуры кафедра формирует самостоятельно в соответствии с направленностью программы и (или) номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утверждаемой Министерством образования и науки Российской Федерации.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения:

- способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1):

*Знать:* основные методы и этапы оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства.

*Уметь:* применять навыки оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства.

*Владеть:* навыками составления математических моделей объектов; навыками применения математических методов для моделирования систем в технике.

- способностью ставить и решать инновационные задачи, связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих эффективность эксплуатации и проектирования объектов машиностроительной отрасли с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности (ПК-1);

*Знать:* методы и технические средства, повышающие эффективность эксплуатации и проектирования объектов машиностроительной отрасли с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний;

*Уметь:* ставить и решать инновационные задачи;

*Владеть:* методами и техническими средствами, повышающими эффективность эксплуатации и проектирования объектов машиностроительной отрасли с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности.

- умением работать с аппаратурой, выполненной на базе микропроцессорной техники и персональных компьютеров для решения практических задач эксплуатации и управления технологическими системами (ПК-3):

*Знать:* структуру научно-исследовательских теоретических и экспериментальных работ, современные методы теоретического и экспериментального исследования, нормативные документы по оформлению научно-исследовательских работ;

*Уметь:* применять теоретические знания в практической деятельности, сочетать теорию и практику, выбирать направления научных исследований, формировать цели, задачи исследования, осуществлять поиск научно-технической литературы, анализировать научную информацию, обсуждать результаты и формулировать выводы;

*Владеть:* принципами организации теоретических и экспериментальных исследований в области «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»; методами информационного поиска.

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1):

*Знать:* технологии информационного поиска, методы анализа и оценки технических решений;

*Уметь:* планировать исследования и обрабатывать результаты с использованием современных компьютерных технологий, оценивать и модифицировать существующие методы, исходя из конкретных задач исследований;

*Владеть:* методами компьютерных технологий проведения информационного поиска, организации и планирования теоретических и экспериментальных исследований, обработки и анализа полученных результатов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «КОНТРОЛЬ, ОЦИФРОВКА И ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Год обучения	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРА	
1.	Тема 1. Контактные методы и системы оцифровки и сканирования	2	6			10	Конспект лекций. Отчеты по практическим работам. Собеседование.
2.	Тема 2. Совмещение детали и проверка поверхностей	2	4			8	
3.	Тема 3. Проверка геометрических элементов Измерения отклонений и допусков расположения	2	2	2		10	
4.	Тема 4. Бесконтактные методы и системы сканирования, контроля и оцифровки	2	4			10	
5.	Тема 5. Приемы и элементы работы бесконтактными методами измерения поверхностей	2	4	2		10	
ИТОГО:		2	20	4	-	48	Зачет

В соответствии с Типовым положением о вузе к видам учебной работы отнесены: лекции, консультации, семинары, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельные работы, научно-исследовательская работа, практики.

### **Тематическое содержание курса**

#### **Тема 1. Контактные методы и системы оцифровки и сканирования**

Типы КИМ, их особенности и технические возможности. Структура портативных и стационарных машин. Интерфейс работы по контактному трехмерному сканированию.

#### **Тема 2. Совмещение детали и проверка поверхностей.**

Разработка математических моделей изделия из облака точек, полученного в ходе трехмерного сканирования. Лечение и создание трехмерной геометрии в сквозных системах проектирования. Основные форматы для передачи данных.

#### **Тема 3. Проверка геометрических элементов. Измерения отклонений и допусков расположения.**

Технологии контактного сканирования и совмещения точек. Методы обработки полученных данных. Повышение точности сканирования и контроля на контактных КИМ.

#### **Тема 4. Бесконтактные методы и системы сканирования, контроля и оцифровки.**

Классификация методов бесконтактного сканирования, Виды и типы сканеров, обзор технических возможностей и характеристик оптических и лазерных сканеров.

#### **Тема 5. Приемы и элементы работы бесконтактными методами измерения поверхностей.**

Основные приемы и особенности сканирования объектов машиностроения.

### **Практические работы**

Тематическое содержание практических работ, распределение аудиторных часов и времени для самостоятельной работы студентов.

№ занятия	Тема работы	объем аудиторных часов	объем часов для самостоятельной работы
1	Обзор КИМ контактного типа. Работа в системе измерений Power INSPECT и данными математической модели	2	4
2	Сборка, настройка и калибровка 3D-сканера	2	4
	Итого	4	8

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При проведении занятий используется проблемный метод, в результате чего обучающиеся знакомятся с проблемами контроля, оцифровки и обработки изображений сложных пространственных деталей в машиностроении. Используются мультимедийные технологии, позволяющие более наглядно оценивать альтернативные варианты решения той или иной проблемы.

В качестве одной из мер, направленных на активизацию академической активности при выполнении СРС, используются контрольные вопросы, которые содержатся в лекциях и в методических указаниях к практическим работам.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Вопросы к зачету**

1. Преимущества и недостатки контактных методов измерения, контроля и сканирования.
2. Типы контрольно-измерительных машин и их основные характеристики. Основные производители контрольно-измерительных машин.
3. Особенности построения контрольно-измерительных машин с использованием структур с параллельной кинематикой
4. Особенности построения контрольно-измерительных машин с использованием порталных структур
5. Что такое «параметрические соотношения», для чего они используются и какие преимущества дают?
6. Перечислите основные опции, которые могут быть использованы в процессе создания сканированных моделей.
7. Технология сканирования с использованием щупа типа шарик
8. Особенности использования различных щупов в контрольно-измерительной машине.
9. Повышение точности сканирования и контроля при использовании мобильных контрольно-измерительных машин.
10. Обеспечение точности сканирования и контроля сложных деталей для стационарных контрольно-измерительных машин.
11. Особенности интерфейса при работе контактного сканера
12. Структура контрольно-измерительных машин мобильного типа
13. Структура контрольно-измерительных машин стационарного типа
14. Особенности математических моделей после обработки облака точек при сканировании
15. Форматы для создания и передачи математических моделей после сканирования
16. Методы оцифровки сложных деталей машиностроения
17. Статистическая обработка результатов контроля и сканирования геометрических размеров
18. Математические методы обработки результатов сканирования и контроля
19. Преимущества и недостатки бесконтактных методов измерения, контроля и сканирования.
20. Типы трехмерных сканеров и их основные характеристики. Основные производители сканеров.
21. Особенности построения 3D-сканеров оптического и лазерного типов.
22. Перечислите основные опции, которые могут быть использованы в процессе создания сканированных моделей.
23. Технология сканирования с использованием оптического сканера.
24. Технология сканирования с использованием лазерного сканера.
25. Повышение точности сканирования и контроля при использовании мобильных контрольно-измерительных машин.
26. Обеспечение точности сканирования и контроля сложных деталей для 3D-сканеров.
27. Особенности интерфейса при работе контактного сканера.
28. Структура контрольно-измерительных машин мобильного типа.
29. Структура контрольно-измерительных машин стационарного типа.
30. Особенности математических моделей после обработки облака точек при сканировании.
31. Форматы для создания и передачи математических моделей после сканирования.
32. Методы оцифровки сложных деталей машиностроения.

33. Статистическая обработка результатов контроля и сканирования геометрических размеров.
34. Математические методы обработки результатов сканирования и контроля.

#### **Самостоятельная работа**

Вид самостоятельной работы	Распределение времени, час.	Форма контроля
1. Проработка и изучение теоретического материала.	8	Опрос, тест. Защита практических, анализ выполненных самостоятельных работ, групповых презентаций.
2. Подготовка к практическим работам	12	
3. Проработка тем для самостоятельного изучения.	18	
4. Подготовка к зачету.	10	
<b>Итого</b>	<b>48</b>	<b>зачет</b>

*Темы для самостоятельного изучения и оформления по теме 1:*

1. История развития виртуальной реальности
2. Концепция виртуальной реальности
3. Проблемы виртуальной реальности
4. Виртуальная реальность и 3D

*Темы для самостоятельного изучения и оформления по теме 2:*

1. Имитационное моделирование
2. Виртуальная реальность: на пути к абсолютному интерфейсу человека и модели

*Темы для самостоятельного изучения и оформления по теме 3:*

1. Динамически настраиваемые модели
2. Распределенные «гибридные» системы
3. Проблемы реализации: технические и математические аспекты
4. Существующие системы виртуальной реальности

*Темы для самостоятельного изучения и оформления по теме 4:*

1. Аттракцион на базе технологии VECinema
2. Системы пространственного слежения
3. Имитация ощущений и тактильных или осязательных ощущений

*Темы для самостоятельного изучения и оформления по теме 5:*

1. Использование системы виртуальной реальности: научная визуализация
2. Использование системы виртуальной реальности: Архитектурное проектирование
3. Использование системы виртуальной реальности: Медицина
4. Прямое подключение к нервной системе, мозговые интерфейсы

*Контроль самостоятельной работы:*

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Последний осуществляется путем защиты результатов практических занятий, защиты индивидуального домашнего задания, а также отчетов по творческой самостоятельной работе.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

*а) основная литература (электронно-библиотечная система ВлГУ):*

1. Конструирование изделий в системе Pro/ENGINEER WildFire 4: учеб. пособие / А.В. Аборкин, А.И. Елкин, А.В. Жданов, А.Б. Иванченко; под ред. В.В. Морозова; Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 140с.

2. Технология машиностроения: учебник для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В.У. Мнацаканян [и др.]; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ); под ред. В.А. Тимирязева. – Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2013. – 523 с. – ISBN 978-5-9984-0306-4.

*б) дополнительная литература (электронно-библиотечная система ВлГУ):*

3. Прокди Р.Г. Pro/ENGINEER WildFire 2.0/3.0/4.0 / Р.Г. Прокди, М.А. Минеев. – М.: Наука и Техника, 2008. – 352с.

4. Основы технологии машиностроительного производства: учебник для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств": в 2 ч. / В.У. Мнацаканян [и др.]; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ); под ред. В.А. Тимирязева. – Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2011. – ISBN 978-5-9984-0091-9. – Ч. 1. – 2011. – 273 с. – ISBN 978-5-9984-0092-6.

5. Основы технологии машиностроительного производства: учебник для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств": в 2 ч. / В.У. Мнацаканян [и др.]; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ); под ред. В.А. Тимирязева. – Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2011. – ISBN 978-5-9984-0091-9. – Ч. 2. – 2011. – 363 с. – ISBN 978-5-9984-0096-4.

6. Основы технологий информационной поддержки изделий машиностроения: учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизированное управление жизненным циклом продукции" (направление "Автоматизированные технологии и производства") / В.В. Морозов [и др.]; Владимирский государственный университет (ВлГУ); под ред. В.В. Морозова. – Владимир: Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2009. – 250 с.

*в) периодические издания (электронно-библиотечная система ВлГУ):*

1. «Современные наукоёмкие технологии»
2. «Нанотехнологии: Наука и производство»
3. «Наукоёмкие технологии в машиностроении»
4. «Технология машиностроения»
5. «Вестник машиностроения»
6. «Физика наукоёмких технологий»

*г) интернет-ресурсы:*

1. Официальный сайт «PARAMETRIC TECHNOLOGY CORPORATION (PTC)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ptc.com>.

2. Pro/TECINOLOGIES – профессиональные технологии бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pro-technologies.ru>.

3. <http://hi-news.ru/tag/3d-skanirovanie>.

4. Официальный сайт «Breuckmann» [Электронный ресурс]. – <http://www.Breuckmann.com>.



5. 3D-сканирование в интересах 3D-моделирования [Электронный ресурс] / URL: <http://www.comprice.ru/articles/detail.php?ID=40134> — Загл. с экрана. (дата обращения: 17.06.2014)
6. Обзор производителей оптических измерительных систем и их продукции: часть I [Электронный ресурс] / URL: <http://mastermodel.ru/articles/obzor-proizvoditeley-opticheskikh-izmeritelnyh-sistem-i-ih-produkcii-chast-i>
7. Мобильные координатно-измерительные машины серии FARO Edge Arm [Электронный ресурс] / URL: <http://www.tesis.com.ru/equip/kimfaro/edge.php>
8. TESA MICRO-HITE 3D [Электронный ресурс] / URL: <http://www.soyuzcom.ru/index.php?page=catalog&tid=100035>
9. КИМ 750 ООО «Лапик» [Электронный ресурс] / URL: <http://www.lapic.ru/prod/models/?m1=2>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Лекции проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием, сопровождаются показом презентаций; практические работы по курсу проводятся в компьютерном классе с 15 рабочими станциями Athlon 64 3000+ и Core 2 Quad, с выходом в Internet, на которых установлено лицензионное программное обеспечение: математические пакеты Mathcad 14, MATLAB R14, серверная станция PDM Windchill 8.0, CAD/CAM/CAE-система Pro/ENGINEER Wildfire 4 (включая Pro/MECHANICA), КОМПАС 3D v.10, возможность удаленного доступа к супер ЭВМ СКИФ-Мономах (4,7 ТФлопе) с установленными пакетами для параллельных вычислений ANSYS v.11 (Academic Research), ANSYS Mechanical HPC, ANSYS CFD HPC и в лаборатории виртуальной реальности, которая оснащена КИМ CimCORE Infinite, КИМ высотомером MAHR 3 система 3 D сканирования Breuck-mann OPTO-TOP HE.

Лаборатория жизненного цикла продукции, количество студенческих мест – 15, площадь 52 м<sup>2</sup>, оснащение: компьютерный класс с 15 рабочими станциями Athlon 64 3000+ и Core 2 Quad, с выходом в Internet, на которых установлено лицензионное программное обеспечение: математические пакеты Mathcad 14, MATLAB R14, серверная станция PDM Windchill 8.0, CAD/CAM/CAE-система Pro/ENGINEER Wildfire 4 (включая Pro/MECHANICA), КОМПАС 3D v.10, DEFORM 3D, QFORM 3D, MoldFlow MPI. - Возможность удаленного доступа к суперЭВМ СКИФ-Мономах (4,7 ТФлопс)- (ауд.417-2) с установленными пакетами для параллельных вычислений ANSYS v.11 (Academic Research), ANSYS Mechanical HPC, ANSYS CFD HPC, мультимедийное оборудование. ауд. 228-2, «Центр дистанционного образования МТФ», количество студенческих мест – 5, площадь 35 м<sup>2</sup>, оснащена 35 ПК, обеспечен доступ к образовательному серверу ВлГУ, Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 15.06.01 «Машиностроение» и направленности (профилю) подготовки «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

Рабочую программу составил к.т.н., доцент Иванченко А.Б. \_\_\_\_\_



Рецензент: д.т.н., доцент, начальник научно-методического отдела координации сертификационных работ ООО «ЗАВОД ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ «КТЗ» Кульчицкий А.Р. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения»  
Протокол № 10/1 от 03.06.15 года.

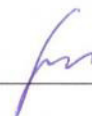
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 15.06.01 «Машиностроение»

Протокол № 10/1 от 03.06.15 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 12 от 20.06.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_