

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Системы технического зрения

: 12.03.03

, :

: 4, : 8

		8
1	()	4
2		144
3	, .	69
4	, .	30
5	, .	14
6	, .	14
7	, .	36
8	, .	2
9	, .	9
10	, .	75
11	(, ,)	.
12		

(): 12.03.03

958 03.09.2015 ., : 07.10.2015 .

: 1,

(): 12.03.03

, _____ 20.06.2017

- , 3 21.06.2017

:

,

:

.

:

.

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; *в части следующих результатов обучения:*

4. ,

Компетенция ФГОС: ПК.13 способность к разработке планов конструкторско-технологических работ и контролю за их выполнением, включая обеспечение соответствующих служб необходимой технической документацией, материалами, оборудованием; *в части следующих результатов обучения:*

1. -

2.

2.1

--	--

.13. 1	
- , , ,	
1.о системном подходе к анализу систем технического зрения;	; ; ;
2.об основных характеристиках систем технического зрения;	; ;
3.об особенностях изображений и спектров трехмерных объектов;	; ;
.1. 4	
4.о новых тенденциях в области разработки систем технического зрения для контроля трехмерных промышленных изделий;	; ;
5.объект (системы технического зрения и их характеристики) и предмет курса (анализ и синтез систем технического зрения), задачи курса (применение существующих и разработка новых систем технического зрения для решения актуальных задач промышленного контроля);	; ;
6.основные оптические звенья, на основе которых синтезируются системы технического зрения;	; ; ;
.13. 1	
- , , ,	
7.особенности формирования и фильтрации изображений и их дифракционных картин (спектров) одномерных и двухмерных объектов контроля;	; ;
8.анализ полевых и частотных характеристик систем технического зрения на базе когерентно-оптических систем фильтрации изображений;	; ;
9.использовать основы системного подхода для анализа и синтеза существующих и новых систем технического зрения;	; ;

10. вычислять структуру изображений объектов в теневых и корреляционных системах технического зрения, а также в системах технического зрения с фильтрацией (в т.ч. высокочастотной) изображений объектов;	;	;
11. определять пространственные спектры изображений типичных контролируемых объектов и устанавливать связи между их геометрическими параметрами и характерными параметрами спектров;	;	;
12. проектировать системы технического зрения для решения стандартных задач различного контроля;	;	;
13. определять основные характеристики систем технического зрения.	;	;

3.

3.1

	,	.		
: 8				
:				
1. ():	0	2	2, 5	
2.	0	4	1, 10, 2	
3.	0	2	1, 7	
4.	2	2	6, 7	
5.	0	2	10, 7	
6.	0	2	6, 7	
7.	4	4	12, 13, 4, 5, 9	
:				
8.	0	2	11, 12, 2, 5, 7, 9	

9.	:	0	2	12, 13, 2, 6, 8	
10.	.	2	2	1, 10, 11, 12, 2, 5, 6, 9	
11.	().	0	2	1, 12, 13, 2, 4, 5, 9	
:					
12.	: ,	0	2	1, 12, 13, 2, 5, 9	
13.	" " ,	0	2	1, 12, 13, 3, 4, 5, 7, 9	

3.2

	, .				
: 8					
:					
1.	- .	3	3	1, 12, 7, 8	,
2.	.	2	2	1, 12, 13, 2, 6	,

3.	-	3	3	1, 10, 11, 12, 13, 5, 6, 7, 8, 9 (, ,).
:				
4.	.	2	2	1, 10, 11, 12, 5, 6, 7, 8, 9 (,).
5.	.	2	2	1, 12, 13, 4, 5, 6, 9 (,).
:				
6.	".	2	2	1, 10, 12, 13, 2, 5, 6, 7, 9 - " ".

	,	.		
--	---	---	--	--

: 8				
:				
1.	(,)	4	4	1, 10, 7, 9
:				
2.	()	6	6	1, 11, 12, 13, 6, 7, 8, 9
3.		4	4	1, 10, 12, 13, 6, 7, 8

4.

: 8				
1		4, 5	4	2
:	, 2011	:	/ ,-
2		6	16	4
:	, 2011	:	/ ,-
3	, ,	1, 2	49	0
:	, 2011	:	/ ,-
4		3	6	3
:	, 2011	:	/ ,-

5.

- , (. 5.1).

5.1

	-

--	--

5.2

1		.13;
Формируемые умения: з1. знать нормативные документы и правила разработки планов конструкторско-технологических работ и контроля их выполнения, включая обеспечение соответствующих служб необходимой технической документацией, материалами, оборудованием		
Краткое описание применения: Постоянный контакт со студентами во время лекций через обсуждение материала		

6.

(), - 15- ECTS.
. 6.1.

6.1

: 8		
<i>Лекция:</i>	7	9
<i>Лабораторная:</i>	10	20
<i>Практические занятия:</i>	10	20
<i>Контрольные работы:</i>	7	9
<i>РГЗ:</i>	16	22
<i>Зачет:</i>	0	20

6.2

6.2

.1	4.	,	+	+
.13	1.	-	+	+

7.

1. Якушенков Ю. Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов : [учебник для вузов по направлению 200200- "Оптотехника"] / Ю. Г. Якушенков. - М., 2011. - 566 с. : ил., табл.
2. Шапиро, Л. Компьютерное зрение [Электронный ресурс] / Л. Шапиро, Дж. Стокман; пер. с англ. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 752 с.: ил. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-9963-1312-9. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=477782> - Загл. с экрана.
3. Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / [Клюев В. В. и др.] ; под ред. В. В. Клюева. - М., 2005. - 656 с. : ил.

1. Борн М. . Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф ; пер. с англ. С. Н. Бреуса, А. И. Головашкина, А. А. Шубина, под. ред. Г. П. Мотулевич. - М., 1970. - 855 с. : табл., схемы
2. Системы технического зрения (принципиальные основы, аппаратное и математическое обеспечение) / [А. Н. Писаревский и др.] ; под ред. А. Н. Писаревского, А. Ф. Чернявского. - Л., 1988. - 423, [1] с. : ил.
3. Хорн Б. К. Зрение роботов / Б. К. П. Хорн ; пер. с англ. И. М. Бродской, Е. Ю. Зуевой, А. Ю. Каргашина ; под ред. Е. И. Кугушева, Ю. А. Садова. - М., 1989. - 487, [1] с. : ил.
4. Гудмен Д. Введение в Фурье-оптику / Дж. Гудмен ; пер. с англ. В. Ю. Галицкого и М. П. Головея ; под ред. Г. И. Косоурова. - М., 1970. - 364 с. : ил., граф., схемы
5. Чугуй Ю. В. Исследование и разработка методов Фурье-оптики для измерения геометрических параметров изделий : дис. ... канд. техн. наук в форме науч. докл. : 05.11.16 / Чугуй Юрий Васильевич ; Новосиб. электротехн. ин-т. - Новосибирск, 1992. - 49 с.
6. Папулис А. Теория систем и преобразований в оптике : [монография] / А. Папулис ; пер. с англ. под ред. В. И. Алексеева. - М., 1971. - 495 с. : табл., схемы
7. Котлецов Б. Н. Микроизображения : оптические методы получения и контроля / Б. Н. Котлецов. - Л., 1985. - 238, [2] с.
8. Дуда Р. Распознавание образов и анализ сцен / Р. Дуда, П. Харт ; пер. с англ. Г. Г. Вайнштейна, А. М. Васьковского ; под ред. В. Л. Стефанюка. - М., 1976. - 511 с. : ил.
9. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. В 2 кн.. Кн. 1 : [монография] / У. Прэтт ; пер. с англ. под ред. Д. С. Лебедева. - М., 1982. - 310 с. : ил., граф.
10. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. В 2-х кн.. Кн. 2 : [монография] / У. Прэтт ; пер. с англ. под ред. Д. С. Лебедева. - М., 1982. - 790 с. : ил., табл., схемы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8.

8.1

1. Бычков Р. М. Беседы о геометрической оптике : учебное пособие / Р. М. Бычков, Ю. В. Чугуй. - Новосибирск, 2011

8.2

- 1 Mozilla Firefox
- 2 Microsoft Office

9. -

1	(- , ,)	

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Системы технического зрения приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.3 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	32. базовые знания фундаментальных разделов физики в объеме, необходимом для освоения физических основ в области профессиональной деятельности	<p>Вычисление сверток и корреляций одномерных и двухмерных функций с использованием частотного представления интегральных операций. Дифракционные методы и системы технического зрения: принцип действия, технические характеристики. Измеритель диаметров "Сенсор". Когерентно-оптические системы обработки изображений контролируемых объектов: принцип действия, примеры фильтрации различных изображений. Контроль поверхностных дефектов методами низкокогерентных интерферометрии. СТЗ "Радар", её характеристики. Корреляционные методы и системы технического зрения: принцип действия, технические характеристики. Линейные инвариантные и неинвариантные оптические системы. Примеры таких систем. Коррелятор Мейера-Эплера. Интегралы суперпозиции и свертки. Оптическое звено преобразования Фурье: принцип действия, примеры вычисления спектров типичных объектов контроля. Полевые и частотные характеристики двухкаскадных когерентно-оптических систем фильтрации изображений. Пространственно-частотная фильтрация изображений контролируемых объектов, выделение их контуров. СТЗ на основе структурного освещения: принцип действия, технические характеристики СТЗ "Решетка". Теневые методы и системы. Примеры теневых СТЗ и их характеристики.</p>	Контрольные работы РГЗ, разделы 1, 2	Зачет, вопросы 1-8

		Триангуляционные методы и системы определения расстояний до объектов (лазерные щупы). Примеры их применения в СТЗ. Триангуляционный измеритель. Фильтрация изображений объектов в когерентном свете.		
ПК.9/ПТ способность к разработке технических заданий на конструирование отдельных узлов приспособлений, оснастки и специального оборудования, предусмотренных технологией	з1. знать нормативные документы по разработке технических заданий на конструирование отдельных узлов приспособлений, оснастки и специального оборудования, предусмотренных технологией	Вычисление сверток и корреляций одномерных и двумерных функций с использованием частотного представления интегральных операций. Дифракционные методы и системы технического зрения: принцип действия, технические характеристики. Измеритель диаметров "Сенсор". Когерентно-оптические системы обработки изображений контролируемых объектов: принцип действия, примеры фильтрации различных изображений. Контроль поверхностных дефектов методами низкокогерентных интерферометрии. СТЗ "Радар", её характеристики. Координатное и частотное представления интеграла свертки. Основная теория Фурье-анализа. Примеры вычисления интеграла свертки. Корреляционные методы и системы технического зрения: принцип действия, технические характеристики. Линейные инвариантные и неинвариантные оптические системы. Примеры таких систем. Коррелятор Мейера-Эплера. Интегралы суперпозиции и свертки. Оптическое звено преобразования Фурье: принцип действия, примеры вычисления спектров типичных объектов контроля. Полевые и частотные характеристики двухкаскадных когерентно-оптических систем фильтрации изображений. Пространственно-частотная фильтрация изображений контролируемых объектов, выделение их контуров. СТЗ на основе структурного освещения: принцип действия, технические характеристики СТЗ "Решетка". Теневые методы и системы. Примеры теневых СТЗ и их характеристики.	Контрольные работы РГЗ, разделы 3	Зачет, вопросы 9-16

		Триангуляционные методы и системы определения расстояний до объектов (лазерные щупы). Примеры их применения в СТЗ. Триангуляционный измеритель. Фильтрация изображений объектов в когерентном свете. Фурье-анализатор объектов.		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3, ПК.9/ПТ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.3, ПК.9/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Системы технического зрения», 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается два вопроса из списка вопросов, приведенных ниже. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Системы технического зрения»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) _____ (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *7 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *10 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *15 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит

комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Системы технического зрения»

1. Системы технического зрения (СТЗ): их назначение, основные характеристики. Примеры СТЗ.
2. Основная теория для линейных оптических систем - линейные инвариантные и неинвариантные оптические системы. Примеры таких систем. Коррелятор Мейера - Эйлера. Интегралы суперпозиции и свертки.
3. Координатное и частотное представления интеграла свертки. Основная теорема Фурье-анализа. Примеры вычисления интеграла свертки.
4. Звено преобразования Френеля. Импульсный отклик и частотная характеристика. Дифракция Френеля на краю и щели.
5. Оптическое звено преобразования Фурье: принцип действия, подходы Рэля и Эйри. Примеры вычисления спектров типичных объектов контроля.
6. Основные свойства Фурье-преобразования и их оптические интерпретации: фундаментальное соотношение для спектров Фурье (теорема замкнутости), теорема об асимптотическом поведении спектра Фурье; одномерное и двумерное дифференцирование (в т.ч. лапласиан) изображений: координатное и частотное представления.
7. Основные свойства Фурье-преобразования и их оптические интерпретации: линейность, изменение масштаба, суммирование амплитуд на оптической оси, поворот спектра, свойство проекции (сечений) спектра Фурье; прямая и обратная теоремы о свертке, теоремы о смещении по координате и частоте.
8. Когерентно-оптические системы пространственной фильтрации изображений контролируемых объектов: принцип действия, примеры фильтрации различных изображений, в т.ч. оконтуривание объектов.
9. Дифракционные методы и системы. Суть метода. Особенности контроля непрозрачных объектов (экранного типа). Метод двойной фильтрации. Способы повышения точности контроля.
10. Дифракционные методы и системы. Примеры контроля объектов малого размера, периодических 1D, 2D объектов. Измерения параметров объектов дифракционным методом. Дифракционные СТЗ и их технические характеристики.
11. Теневые методы и системы на основе многоэлементных фотоприёмников. Суть метода. Оптика теневых систем. Оптико-электронные системы размерного контроля "Сенсор", "Контроль-2" для решения задач атомной энергетики: технические характеристики, результаты применения.
12. Суть триангуляционного метода измерения расстояния до объекта контроля. Методы обработки сигналов в триангуляционных измерителях. Триангуляционные измерители и их технические характеристики. Примеры решения различных контрольно-измерительных задач на базе триангуляционной техники.
13. Оптические методы и системы контроля 3D объектов. Определение геометрических параметров протяжённых объектов постоянной толщины по их дифракционным картинам.
14. Оптические методы и системы контроля 3D объектов. Контроль 3D объектов на

основе структурного освещения. Лазерная измерительная машина "ЛИМ" для измерения геометрических параметров дистанционирующих решёток атомных реакторов.

15. Оптические методы и системы контроля 3D объектов. Методы низкокогерентной интерферометрии для 3D контроля. Оптический профилометр "Радар" (цифровой микроскоп) для контроля поверхностных дефектов изделий.

16. Френелевские методы и системы. Сущность метода измерений. Методы обработки измерительной информации. Оценка ожидаемых характеристик: диапазон, погрешность, быстродействие, малогабаритные показатели. Учёт влияния неравномерности освещения. Расширение линейного диапазона измерений.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Системы технического зрения», 8 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по всем темам в виде индивидуального задания.
Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если работа не закончена, расчеты выполнены не полностью, нет выводов. Оценка составляет **5** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если расчеты выполнены, но не все корректны, нет выводов. Оценка составляет **10** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если расчеты выполнены правильно, но есть замечания по выводам. Оценка составляет **15** баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если расчеты выполнены правильно, все выводы сделаны и обоснованы. Оценка составляет **20** баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

Индивидуальная работа на тему "Влияние условий записи и восстановления на геометрические искажения голографического изображения"

Определить координаты вершин плоского объекта - треугольника ABC, наблюдаемого в действительном и мнимом изображении, восстановленном с внеосевой голограммы. Результаты расчета представить графически. Сравнить площади объекта и его изображений, определить поперечное увеличение.

Исходные данные к расчету (по вариантам): координаты вершин объекта, координаты источников опорной и восстанавливающей волн, длины волн.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Системы технического зрения», 8 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны изучить заданный метод, используемый в системах технического зрения.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны изучить принцип действия заданного метода измерения, познакомиться с состоянием дел и исследованиями в данной области.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 5 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 15 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Саморепродуцирование изображений на базе дифракции Френеля;
2. Определение геометрических параметров протяжённых объектов постоянной толщины по их дифракционным картинам;
3. Измерение геометрических параметров на базе волоконной оптики;
4. Дальнометрия на базе волоконной оптики;
5. Низкогерентная интерферометрия для контроля 3D объектов на базе волоконной оптики;
6. Сверхточный измеритель расстояния на базе фокусирующего щупа (с разрешением 1 нм).