

Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего образования
**«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**
(Финансовый университет)

Уфимский филиал Финуниверситета

Кафедра «Математика и информатика»

СОГЛАСОВАНО

ООО «Эврика - Софт»
(наименование организации)

Директор
(должность представителя работодателя)

Григорьев С.Е.
(подпись представителя работодателя)

« 1 » сентября



УТВЕРЖДАЮ

Директор Уфимского филиала

Р.М. Сафуанов

« 2 » сентября 2021 г.

ОСНОВЫ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Рабочая программа дисциплины

для студентов, обучающихся по направлению подготовки
09.03.03 Прикладная информатика,
образовательная программа «Прикладная информатика»,
(ИТ-сервисы и технологии обработки данных в экономике и финансах)

Рекомендовано Ученым советом филиала
(протокол № 39 от « 31 » августа 2021г.)

Одобрено кафедрой «Математика и информатика»
(протокол № 16 от « 30 » июня 2021г.)

Уфа 2021

Составитель **рабочей** программы дисциплины «Основы машинного зрения» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», образовательная программа: «Прикладная информатика» (ИТ-сервисы и технологии обработки данных в экономике и финансах), доцент кафедры «Математика и информатика» Уфимского филиала Финуниверситета, канд. техн. наук, доцент Фархиева С.А.

Содержание

	Стр.
1. Наименование дисциплины	3
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) с указанием индикаторов их достижения, соответственных с планируемыми результатами обучения по дисциплине	3
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	3
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	3
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий	5
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	14
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	15
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем	16
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16

1. Наименование дисциплины

«Основы машинного зрения».

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ПКП-4	Способность применять технологии моделирования и анализа процессов в сфере экономики и финансов	<p>1. Демонстрирует знания в области теории и методологии моделирования и анализа в сфере экономики и финансов.</p> <p>2. Строит математические модели в сфере экономики и финансов.</p>	<p>1.Знать: теорию и методологию моделирования и анализа в сфере экономики и финансов;</p> <p>1.Уметь: решать прикладные задачи в финансовой сфере;</p> <p>2.Знать: математические модели в сфере экономики и финансов;</p> <p>2.Уметь: строить математические модели в финансовой сфере;</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы машинного зрения» относится к модулю технологии машинного обучения по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, профиль «ИТ-сервисы и технологии обработки данных в экономике и финансах».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

Таблица 1

Очная форма обучения

Вид учебной работы по дисциплине	Всего в з/ед. и часах	Семестр 7 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3 / 108	108
<i>Контактная работа – Аудиторные занятия</i>	34	34
<i>Лекции</i>	16	16
<i>Семинары, практические занятия</i>	18	18
<i>Самостоятельная работа</i>	74	74
Вид текущего контроля	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

Заочная форма обучения

Вид учебной работы по дисциплине	Всего в з/ед. и часах	Семестр 8 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3 / 108	108
<i>Контактная работа – Аудиторные занятия</i>	12	12
<i>Лекции</i>	4	4
<i>Семинары, практические занятия</i>	8	8
<i>Самостоятельная работа</i>	96	96
Вид текущего контроля	Контрольная работа	Контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Общие сведения о системах технического зрения (СТЗ) для размерного контроля. Основные технические характеристики СТЗ и ОЭИС. Области их применения

Определения: технологии, системы технического зрения (СТЗ), измерительные технологии, оптико-электронные измерительные технологии, оптико-электронные технологии для размерного контроля (ОЭТ РК). Линейные и угловые геометрические параметры объектов. Контролируемые параметры текстуры поверхности объектов. Поля допусков контролируемых параметров. "Золотое правило" погрешностей измерений геометрических параметров исходя из их полей допусков. Структурная схема СТЗ и ОЭТ РК, их основные технические характеристики. Сравнение бесконтактных и контактных средств размерного контроля. Области их применения СТЗ и ОЭТ РК.

Тема 2. Краткое введение в теорию линейных оптических систем. Интеграл свёртки

Определения линейных и нелинейных систем. Класс оптических линейных инвариантных и линейных неинвариантных систем. Анализ линейных оптических систем методом "чёрного ящика". Импульсный отклик оптической линейной неинвариантной системы. Линейные инвариантные системы: интеграл свёртки для 1D и 2D систем; импульсный отклик 1D и 2D инвариантных систем. Геометрический смысл интеграла свёртки. Примеры оптических линейных инвариантных и неинвариантных систем: оптическая проекционная система с сильными аберрациями и оптическая проекционная система с 1D и 2D с дефокусировкой, коррелятор Мейера-Эпплера и распознавание образов на его основе, камера обскура. Координатное и частотное представление интеграла свёртки. Основная теорема Фурье-анализа для оптических инвариантных систем.

Тема 3. Основы когерентно-оптических систем

Основы когерентно-оптических систем (КОС). Основные элементы КОС и их описание: амплитудные, фазовые и амплитудно-фазовые транспаранты; фильтры, маски; точечные и протяжённые источники света. Описание элементов оптических систем с помощью дельта-функций. Различия дельта-функций в математике и оптике. КОС и их описание: передаточные функции сферических (положительных, отрицательных) и цилиндрических линз, передаточные функции клиньев. Волновые фронты и их описание: плоские, сферические. Распространение волн в свободном пространстве. Импульсный отклик свободного пространства. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Метод расчёта полей в когерентно-оптической системе по Вандер Люгту на основе передаточной функции её компонентов.

Тема 4. Фурье -анализ спектров объектов

Фурье-анализ спектров объектов. Фурье-оптические системы. Оптическое Фурье-преобразование. Звено Фурье, его импульсный отклик. Примеры вычисления спектров Фурье. Определение геометрических параметров объектов по их спектрам. Когерентнооптическая система обработки изображений типа 4F. Примеры обработки изображений: фильтрация периодических шумов, повышение контраста изображений, визуализация фазовых объектов. Фурье-анализ спектров объектов. Основные свойства Фурье-преобразования и их оптические интерпретации: теорема линейности, теорема поворота, теорема о смещении. 1D и 2D дифференцирование (в т.ч. оконтуривание изображений) с использованием координатных и частотных представлений, теорема о сечении спектра, фундаментальные соотношения для спектров Фурье (теорема замкнутости), теорема об асимптотическом поведении спектра Фурье.

Тема 5. Дифракционные методы и системы

Дифракционный метод определения геометрических параметров. Дифракционный метод измерений как пример косвенного метода измерений. Основные соотношения, связывающие геометрические параметры объекта с характерными параметрами спектра. Соотношение неопределённостей, возможность измерения размеров объекта с разрешением, многократно превосходящим дифракционный предел (вплоть до 1 - 10 нм). Верхний и нижний пределы дифракционных измерений. Особенности измерения параметров непрозрачных объектов (типа нить, экран) дифракционным методом. Методы уменьшения влияния апертуры на спектр объекта на основе аподизации и двойной фильтрации. Оптическая схемотехника дифракционных измерителей. Примеры дифракционных измерителей ЛДИ-1, ЛДИ-2, их основные технические характеристики.

Тема 6. Теневые методы и системы

Суть теневого (проекционного) метода измерений в когерентном, частично-когерентном и некогерентном свете. Пороговый метод обработки изображения объектов с целью определения геометрических параметров. Зависимость уровня порога от угловых размеров источника света, апертура оптической системы и объёмности (толщины) изделия. Оптическая схемотехника теневых систем. Предельные характеристики теневых систем. Примеры теневых систем "Сенсор", "Контроль", "Размер" и "Град" для контроля геометрии объектов атомной энергетики (ТВЭЛы, заглушки и др.) и их основные метрологические характеристики.

Тема 7. Триангуляционные методы измерения и лазерные щупы

Триангуляционные измерения. Суть триангуляционного метода измерений: основная формула, описывающая связь выходного сигнала с оптическими параметрами триангуляционных измерителей (дальномеров). Влияние шероховатости контролируемых объектов на надёжность работы измерителей. Триангуляционный контроль быстро движущихся объектов на основе позиционно-чувствительных датчиков. Методы обработки сигналов

триангуляционных измерителей. Лазерные щупы и их основные технические характеристики.

Тема 8. Корреляционные методы и системы

Принцип корреляционных методов определения геометрических параметров объектов. Реализация методов с использованием когерентно-оптических систем фильтрации на основе расщепляющих фильтров и оптических систем на основе образцовых контурных транспарантов для случая контроля движущихся объектов. Оптическая схемотехника корреляционных измерительных систем.

Тема 9. Оптические методы и системы структурного освещения и низко-когерентной интерферометрии и для контроля 3D объектов

Оптические методы и системы контроля 3D объектов на основе метода структурного освещения. Принцип контроля 3D объектов трубчатого типа малой длины с использованием дифракционных оптических элементов в виде матрицы точек и совокупности колец, формирующих структурное освещение. Лазерная измерительная машина "ЛИМ" и "Решётка" для измерения геометрических параметров дистанционирующих решёток атомных реакторов и их основные технические характеристики. Оптический метод низкокогерентной интерферометрии для 3D контроля объектов. Принцип измерения, нижний и верхний пределы измерения, диапазон измерения, чувствительность метода.

Тема 10. Френелевские методы и системы

Френелевские методы и системы. Принцип измерения на основе френелевских изображений объектов, формируемых в свободном пространстве. Пороговый метод определения геометрических параметров объектов на основе обработки френелевских изображений. Оценка метрологических характеристик френелевских измерителей: нижний и верхний пределы измерения, погрешность измерения, быстродействие, габариты.

5.2. Учебно-тематический план

Очная форма обучения

Таблица 2

№ п/ п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах					Формы текущего контроля успеваемо сти
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самосто ятельна я работа	
			Общая	Лекции	Семи- нары, практ ическ ие занят ия		
1	Общие сведения о системах технического зрения (СТЗ) для	5	1	1	-	4	Самостоя- тельные

	размерного контроля. Основные технические характеристики СТЗ и ОЭИС. Области их применения						работы. Участие в решении задач на практических занятиях. Собеседования по домашним заданиям
2	Краткое введение в теорию линейных оптических систем. Интеграл свёртки	9	3	1	2	6	
3	Основы когерентно-оптических систем	10	4	2	2	6	
4	Фурье -анализ спектров объектов	10	4	2	2	6	
5	Дифракционные методы и системы	8	2	2	-	6	
6	Теневые методы и системы	10	4	2	2	6	
7	Триангуляционные методы измерения и лазерные щупы	14	4	2	2	10	
8	Корреляционные методы и системы	16	6	2	4	10	
9	Оптические методы и системы структурного освещения и низко-когерентной интерферометрии и для контроля 3D объектов	15	5	1	4	10	
10	Френелевские методы и системы	11	1	1	-	10	
	В целом по дисциплине	108	34	16	18	74	Согласно учебному плану: контрольная работа

заочная форма обучения.

№п /п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоёмкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоятельная работа	
			Общая	Лекции	Семинары, практические занятия		
1	Общие сведения о системах технического зрения (СТЗ) для размерного контроля. Основные технические характеристики СТЗ и ОЭИС. Области их применения	9	-	-	-	9	Самостоятельные работы. Участие в решении задач на практических занятиях. Собеседования по домашним заданиям
2	Краткое введение в теорию линейных оптических систем. Интеграл свёртки	9	-	-	-	9	
3	Основы когерентно-оптических систем	11	2	1	1	9	
4	Фурье -анализ спектров объектов	12	2	1	1	10	
5	Дифракционные методы и системы	9	-	-	-	9	
6	Теневые методы и системы	11	1	-	1	10	
7	Триангуляционные методы измерения и лазерные щупы	11	1	-	1	10	
8	Корреляционные методы и системы	13	3	1	2	10	
9	Оптические методы и системы структурного освещения и низко-когерентной интерферометрии и для контроля 3D объектов	13	3	1	2	10	
10	Френелевские методы и системы	10	-	-	-	10	
	В целом по дисциплине	108	12	4	8	96	Согласно учебному плану: контрольная работа

5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Таблица 3

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8,7	Формы проведения занятий
Краткое введение в теорию линейных оптических систем. Интеграл свёртки	<p>Определения линейных и нелинейных систем. Класс оптических линейных инвариантных и линейных неинвариантных систем. Анализ линейных оптических систем методом "чёрного ящика". Импульсный отклик оптической линейной неинвариантной системы. Линейные инвариантные системы: интеграл свёртки для 1D и 2D систем; импульсный отклик 1D и 2D инвариантных систем. Геометрический смысл интеграла свёртки. Примеры оптических линейных инвариантных и неинвариантных систем: оптическая проекционная система с сильными аберрациями и оптическая проекционная система с 1D и 2D с дефокусировкой, коррелятор Мейера-Эпплера и распознавание образов на его основе, камера обскура. Координатное и частотное представление интеграла свёртки. Основная теорема Фурье-анализа для оптических инвариантных систем.</p> <p>Рекомендуемые источники: из раздела 6: 6.1,6.2. из раздела 7: 7.1- 7.10.</p>	Выполнение лабораторных работ в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения). Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту
Основы когерентно-оптических систем	<p>Основы когерентно-оптических систем (КОС). Основные элементы КОС и их описание: амплитудные, фазовые и амплитудно-фазовые транспаранты; фильтры, маски; точечные и протяжённые источники света. Описание элементов оптических систем с помощью дельта-функций. Различия дельта-функций в математике и оптике. КОС и их описание: передаточные функции сферических (положительных, отрицательных) и цилиндрических линз, передаточные функции клиньев. Волновые фронты и их описание: плоские, сферические. Распространение волн в свободном пространстве. Импульсный отклик свободного пространства. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Метод расчёта полей в когерентно-оптической системе по Вандер Люгту на основе передаточной функции её компонентов</p> <p>Рекомендуемые источники:</p>	Выполнение лабораторных работ в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения). Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту

	из раздела 6: 6.1,6.2. из раздела 7: 7.1- 7.10.	
Фурье -анализ спектров объектов	<p>Фурье-анализ спектров объектов. Фурье-оптические системы. Оптическое Фурье-преобразование. Звено Фурье, его импульсный отклик. Примеры вычисления спектров Фурье. Определение геометрических параметров объектов по их спектрам. Когерентнооптическая система обработки изображений типа 4F. Примеры обработки изображений: фильтрация периодических шумов, повышение контраста изображений, визуализация фазовых объектов. Фурье-анализ спектров объектов. Основные свойства Фурье-преобразования и их оптические интерпретации: теорема линейности, теорема поворота, теорема о смещении. 1D и 2D дифференцирование (в т.ч. оконтуривание изображений) с использованием координатных и частотных представлений, теорема о сечении спектра, фундаментальные соотношения для спектров Фурье (теорема замкнутости), теорема об асимптотическом поведении спектра Фурье</p> <p>Рекомендуемые источники: из раздела 6: 6.1,6.2. из раздела 7: 7.1- 7.10.</p>	Выполнение лабораторных работ в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения). Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту
Теневые методы и системы	<p>Суть теневого (проекционного) метода измерений в когерентном, частично-когерентном и некогерентном свете. Пороговый метод обработки изображений объектов с целью определения геометрических параметров. Зависимость уровня порога от угловых размеров источника света, апертура оптической системы и объёмности (толщины) изделия. Оптическая схемотехника теневых систем. Предельные характеристики теневых систем. Примеры теневых систем "Сенсор", "Контроль", "Размер" и "Град" для контроля геометрии объектов атомной энергетики (ТВЭЛы, заглушки и др.) и их основные метрологические характеристики.</p> <p>Рекомендуемые источники: из раздела 6: 6.1,6.2, 6.3. из раздела 7: 7.1- 7.10.</p>	Выполнение лабораторных работ в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения). Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту.
Триангуляционные методы измерения и лазерные щупы.	Триангуляционные измерения. Суть триангуляционного метода измерений: основная формула, описывающая связь выходного сигнала с оптическими параметрами триангуляционных измерителей (дальномеров). Влияние шероховатости контролируемых объектов на надёжность работы измерителей.	Выполнение лабораторных работ в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения). Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту.

	<p>Триангуляционный контроль быстро движущихся объектов на основе позиционно-чувствительных датчиков. Методы обработки сигналов триангуляционных измерителей. Лазерные щупы и их основные технические характеристики.</p> <p>Рекомендуемые источники: из раздела 6: 6.1, 6.2, 6.3. из раздела 7: 7.1- 7.10.</p>	
Корреляционные методы и системы.	<p>Принцип корреляционных методов определения геометрических параметров объектов. Реализация методов с использованием когерентно-оптических систем фильтрации на основе расщепляющих фильтров и оптических систем на основе образцовых контурных транспарантов для случая контроля движущихся объектов. Оптическая схемотехника корреляционных измерительных систем.</p> <p>Рекомендуемые источники: из раздела 6: 6.1, 6.2, 6.3. из раздела 7: 7.1- 7.10.</p>	Выполнение лабораторных работ в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения). Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту
Оптические методы и системы структурного освещения и низко-когерентной интерферометрии и для контроля 3D объектов.	<p>Оптические методы и системы контроля 3D объектов на основе метода структурного освещения. Принцип контроля 3D объектов трубчатого типа малой длины с использованием дифракционных оптических элементов в виде матрицы точек и совокупности колец, формирующих структурное освещение. Лазерная измерительная машина "ЛИМ" и "Решётка" для измерения геометрических параметров дистанционирующих решёток атомных реакторов и их основные технические характеристики. Оптический метод низкокогерентной интерферометрии для 3D контроля объектов. Принцип измерения, нижний и верхний пределы измерения, диапазон измерения, чувствительность метода.</p> <p>Рекомендуемые источники: из раздела 6: 6.1, 6.2, 6.3. из раздела 7: 7.1- 7.10.</p>	Выполнение лабораторных работ в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения). Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Основная литература:

1. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для вузов / Л. А. Станкевич. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 397 с. — URL: <https://ezpro.fa.ru:3217/bcode/469517>

2. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для вузов / И. А. Бессмертный. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 157 с.— URL: <https://ezpro.fa.ru:3217/bcode/470638>

б) Дополнительная литература

3. Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений : учебник для вузов / В. В. Селянкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 152 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/173806>
4. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/160142>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ)
<https://org.fa.ru/app/ebs/list>
2. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН»
<http://biblioclub.ru/>
4. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znanium.com>
5. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»
<https://www.biblio-online.ru/>
6. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
7. Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital <http://lib.alpinadigital.ru/>
8. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
9. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>
10. Сайт Федеральной службы по техническому и экспортному контролю
www.fstec.ru

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Наименование методических материалов для обучающихся	Год утверждения	Местонахождение материала (ссылка на ИОП, информационный стенд кафедры/филиала, др.)
Методические указания к лекциям	2021	http://www.fa.ru/fil/ufa/about/ums/Pages/info.aspx
Методические указания к практическим занятиям	2021	http://www.fa.ru/fil/ufa/about/ums/Pages/info.aspx
Методические указания самостоятельной работе	2021	http://www.fa.ru/fil/ufa/about/ums/Pages/info.aspx
Методические указания к контрольной работе	2021	http://www.fa.ru/fil/ufa/about/ums/Pages/info.aspx

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

9.1. Комплект лицензионного программного обеспечения:

Продукты компании Microsoft, включая ОС Windows и Office.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронное периодическое издание Справочная Правовая Система Консультант Бюджетные организации: версия Проф.

9.3. Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации

Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации – не используются.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения всех видов занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения