

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

26.07.2016

Регистрационный № УД-3009 / уч.

## ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей:

1-31 03 07 Прикладная информатика (по направлениям)  
направления специальности

1-31 03 07 - 01 Прикладная информатика (программное обеспечение компьютерных систем)

2016 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 03 07-2013 и учебного плана G31-167/уч.-2013 и G31и-194/уч.-2013.

**Составители:**

Недзьведь Александр Михайлович, заведующий кафедрой компьютерных технологий и систем Белорусского государственного университета, доктор технических наук.

**Рекомендована к утверждению:**

Кафедрой компьютерных технологий и систем Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 19 мая 2016 г.)

Методической комиссией факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 24 мая 2016 г.).



## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Цифровая обработка и анализ изображений» является дисциплиной специализации, читаемой студентам специальностей «Информатика» и «Прикладная информатика». Для успешного освоения дисциплины студентам понадобятся полученные ранее основы знаний о компьютерной графике, вычислительных методах алгебры, алгоритмов и структур данных, а также навыки программирования на языках высокого уровня.

Целью данной дисциплины является приобретение студентами знаний необходимых для анализа объектов на изображении и навыков составления трактовок полученной в результате его информации об объектах необходимых для построения адекватной модели или мониторинга их изменений.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием определено необходимостью анализа данных связанных с другими учебными дисциплинами, позволяющее определить объем знаний и навыков, позволяющих понимание процессов анализа на новом качественном уровне проведения исследования цифровых изображений и разработки специализированного программного обеспечения. В курсе излагаются подходы к проведению анализа и обработки, начиная от простых методов фильтрации и заканчивая сложными моделями распознавания. В рамках курса отражена методика вычленения необходимой информации об объекте исследования из данных, являющихся только его отражением или проекцией.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные особенности формирования изображений,
- операции предобработки и улучшения сигналов и изображений,
- методы выделения объектов на изображении,
- методы описки и распознавания объектов на изображении,
- методы получения характеристик изображений и объектов на них,
- свойства обработки и формирования видеопоследовательности
- методы анализа динамических объектов на видеопоследовательности.
- ключевые программные средства по разработке систем анализа изображений.

**уметь:**

- разрабатывать программное обеспечения получения изображения или видеопоследовательности;
- проектировать структуру и функций типовых модулей анализа изображения;
- разрабатывать программное обеспечения анализа изображения или видеопоследовательности;
- разрабатывать программное обеспечения для поиска объектов на изображении или видеопоследовательности;

- создавать исчерпывающее описание объектов на изображении или видеопоследовательности
- использовать современные технологии работы анализа изображений.

***владеть:***

- практическими навыками проектирования, разработки, внедрения и сопровождения приложений анализа изображений или видеопоследовательностей, направленных на решение задач автоматизации бесконтактных методов исследования, мониторинга объектов и диагностики материалов.

Форма получения высшего образования – дневная (очная).

В соответствии с типовым учебным планом по направлению специальности «Прикладная информатика», учебная программа предусматривает для изучения дисциплины: всего – 96 часов, аудиторных – 64 часов, из них лекций – 34 часов, лабораторных занятий – 30 часа, КСР – 4 часа.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **1. Введение**

Цель и содержание курса. Особенности программных продуктов для анализа изображений.

### **2. Общее понятие обработки и анализа изображений.**

Понятие обработки изображений. Основные этапы обработки изображений. Постановка задачи анализа изображений.

### **3. Шумы на изображениях.**

Способы получения изображений. Шумы и помехи в изображениях. Модели шумов. Шумы на изображениях разного типа. Компенсация шумов.

### **4. Понятие качества изображения.**

Оценка изображения (абсолютная, относительная оценка). Оценка резкости. Оценка контраста. Соотношение сигнал/шум. Сравнительная оценка изображений. Метрика, расстояние. Дистанционная карта расстояний.

### **5. Понятие контраста изображений.**

Понятие контраста. Понятие гистограммы. Операции с гистограммой. Линейное контрастирование. Нелинейное контрастирование. Контраст и гистограмма

### **6. Фурье преобразования изображений.**

Преобразования Фурье. Теорема запаздывания. Свертка на основе преобразования Фурье. Произведения изображений. Спектры мощности. Спектры типовых сигналов и изображений.

### **7. Понятие цвета и особенности его обработки.**

Восприятие цвета. Цветовые модели. Система управления цветом. Закон аддитивности Гросмана. Ограничения трехцветных пространств. Цветовая коррекция изображений. Коррекция с опорным цветом.

### **8. Растровая фильтрация изображений**

Сохранение природы сигнала и изображения. Математическое ожидание. Корреляционные соотношения. Весовые функции. Выделение границ. Линейные и нелинейные фильтры. Медианная фильтрация. Адаптивная фильтрация изображений.

### **9. Математическая морфология**

Понятие связности пикселей изображений. Унарные операции над множествами. Основные операции математической морфологии: эрозия, дилатация, отмыкание, замыкание. Понятие локальных минимумов. Особенности мате-

матической морфологии на бинарных, полутоновых и цветных изображениях. Hit-miss, Hat-top преобразование. Утолщение и утоньшение. Преобразование водораздела.

### **10. Сегментация сигналов и изображений**

Понятие сегментации изображения. Алгоритмы на основе выделения границ. Алгоритмы на основе роста областей. Деформируемые модели. Нейронные сети. Дополнительные алгоритмы сегментации.

### **11. Интерактивная обработка изображений**

Понятие зоны интереса. Определение области подбором пороговых значений яркости. Полуавтоматическое объединение областей методами: Intelligent Scissors, Intelligent Paint, GraphCut, Random Walker. Глобальный анализ с помощью преобразования Хафа.

### **12. Понятие объекта, характеристики, калибровка**

Понятие объекта. Спектральные, геометрические, топологические, текстурные, денситометрические, колориметрические характеристики. Алгоритмы вычисления характеристик.

### **13. Поиск изображения по признакам**

Схема поиска по содержанию. Выделение признаков изображений. Многомерное индексирование. Проектирование систем поиска. Поиск по цветовым гистограммам, моментам, текстуре. Матрицы смежности. Цепные коды. Декрипторы Фурье. Методы глубокого поиска (SIFT, SURF)

### **14. Анализ объектов в видеопотоке**

Формирование видеопоследовательности. Поиск и выделение подвижных объектов. Определение фона. Трекинг объектов. Оптический поток.

### **15. Особенности свободных библиотек и программного обеспечения для анализа изображений**

Обзор особенностей и недостатков современных библиотек и программного обеспечения для анализа изображений, и сигналов доступных для общего пользования.

### **16. Анализ и обработка изображений в республике Беларусь**

Обзор перспективных направлений в области обработки и анализа изображений. Обзор некоторых научных проектов, выполненных Белорусскими учеными.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№п/п	Название раздела, темы	Количество часов				Количество часов КСР	Форма контроля знаний
		Аудиторные					
		Лекции	Практ. и сем. занятия	Лаб. Занятия	Иное		
1	Введение	2					
2	Общее понятие обработки и анализа изображений.	2					Устный опрос
3	Шумы на изображениях.	2		2			Лабораторная работа 1
4	Понятие качества изображения.	2		2			
5	Понятие контраста изображений.	2		2			Лабораторная работа 2
6	Фурье преобразования изображений.	2		2			
7	Понятие цвета и особенности его обработки.	2		2			
8	Растровая фильтрация изображений	2		2		2	Контрольная работа
9	Математическая морфология	2		2			
10	Сегментация сигналов и изображений	2		2			Лабораторная работа 3
11	Интерактивная обработка изображений	2		2			
12	Понятие объекта, характеристики, калибровка	2		2		2	Контрольная работа
13	Поиск изображения по признакам	2		4			
14	Анализ объектов в видеопотоке	4		4			Лабораторная работа 4
15	Особенности свободных библиотек и программного обеспечения для анализа изображений	2		2			Лабораторная работа 5

16	Анализ и обработка изображений в республике Беларусь	2					
17							
<b>ИТОГО</b>		34		30		4	



## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### *Рекомендуемая литература*

#### **Основная**

1. Старовойтов В.В. Цифровые изображения: от получения до обработки / В.В. Старовойтов, Ю.И. Голуб – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2014. – 202 с.
2. Гренандер, У. Лекции по теории образов (Том 2. Анализ образов) / У. Гренандер. - М.: Мир, 2014. - 797 с..
3. Павлидис, Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений / Т. Павлидис. - М.: Радио и связь, 2013. - 150 с..
4. Ярославский, Л.П. Введение в цифровую обработку изображений / Л.П. Ярославский. - М.: Радио и связь, 2015. - 614 с.

#### **Дополнительная**

1. Ерош, И.Л. Обработка и распознавание изображений в системах превентивной безопасности: Учебное пособие / И.Л. Ерош, М.Б. Сергеев, Н.В. Соловьев. - СПб.: ГОУ ВПО СПбГУАП, 2012. - 154 с.
2. Костяшкин, Л.Н. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения / Л.Н. Костяшкин, М.Б. Никифоров. - М.: Физматлит, 2016. - 240 с.
3. Абламейко С.В., Недзведь А.М., Обработка оптических изображений клеточных структур в медицине.– Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2005. – 155 с.
4. Недзведь, А.М. Анализ изображений для решения задач медицинской диагностики / А.М. Недзведь, С.В. Абламейко. – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2012. – 248 с.
5. Абламейко, С.В. Обработка изображений: технология, методы, применение / С.В. Абламейко, Д.М. Лагуновский // НАН Беларуси, Институт технической кибернетики. – Минск: 1999. – 300 с.
6. Гренандер, У. Лекции по теории образов: Анализ образов: в 2 т. / У. Гренандер. – Т. 1. – М. : Мир, 1979. – 382 с.
7. Гренандер, У. Лекции по теории образов: Анализ образов : в 2 т. / У. Гренандер. – Т. 2. – М. : Мир, 1981. – 448 с.

### **Рекомендуемая тематика контрольных работ**

- 1) Контрольная работа №1. Определение изображения. Доступ к элементам изображения. Основные операции математической морфологии.
- 2) Контрольная работа №2. Определение особенностей. Алгоритмы Sift и Surf.

### **Организация контролируемой самостоятельной работы (КСР) студентов**

Самостоятельная работа студентов – это любая деятельность, связанная с воспитанием мышления будущего профессионала. В широком смысле под самостоятельной работой следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и за её пределами, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении контрольных работ.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при решении студентом учебных и творческих задач.

При изучении дисциплины организация самостоятельной работы студентов должна представлять единство трех взаимосвязанных форм:

1. Внеаудиторная самостоятельная работа;
2. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;
3. Творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов разнообразны: подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы.

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

При чтении лекционного курса непосредственно в аудитории необходимо контролировать усвоение материала основной массой студентов путем проведения экспресс-опросов по конкретным темам.

На практических занятиях различные виды самостоятельной работы студентов позволяют сделать процесс обучения более интересным и поднять активность значительной части студентов в группе.

На лабораторных занятиях нужно не менее 1 часа из двух (50% времени) отводить на самостоятельное решение задач. Практические занятия целесо-

образно строить следующим образом: 1. Вводное слово преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены). 2. Беглый опрос. 3. Решение 1-2 типовых задач. 4. Самостоятельное решение задач. 5. Разбор типовых ошибок при решении (в конце текущего занятия или в начале следующего).

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. Существуют следующие виды контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов в начале изучения очередной дисциплины;
- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, практических и лабораторных занятиях;
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;
- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;
- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета или экзамена;
- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

### **Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации**

#### *Перечень рекомендуемых форм диагностики компетенций*

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным и конечным требованиям образовательной программы создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, лабораторные работы и тесты. Оценочными средствами предусматривается оценка способности обучающихся к творческой деятельности, их готовность вести поиск решения новых задач, связанных с недостаточностью конкретных специальных знаний и отсутствием общепринятых алгоритмов.

Для диагностики компетенций в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

1. Устная форма: устный опрос, защита лабораторной работы.
2. Письменная форма: Контрольная работа.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается на основе модульно-рейтинговой системы, основанной на Положении о рейтинговой системе БГУ от 2015 г.

Текущая аттестация предусматривает проведение зачета и экзамена, в т.ч. с учетом результатов промежуточного и итогового тестирования.

## **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Общее определение места цифровой обработки изображений. Определение понятия изображения. Примеры задач компьютерного зрения.
2. Формирование изображения в камере, оптический путь, представление изображения с памяти компьютера
3. Особенности хранения изображения в памяти компьютера (структура). Типы изображения. Пиксель. Доступ к пикселю. Граница изображений
4. Локальная обработка изображений. Конволюция. Корреляция. Свертка. Ядро фильтров (линейные сглаживающие фильтры, градиентные фильтры, подчеркивание границ).
5. Модель шума. Нелинейные растровые фильтры. Минимас, медианная фильтрация. Преимущества нелинейной фильтрации.
6. Понятие края. Понятие контраста. Контрастирование изображения.
7. Понятие гистограммы яркости. Линейное и нелинейное контрастирование. Пороговая сегментация.
8. Частотно-Пространственные преобразования. Преобразование Фурье. Использование преобразования Фурье в обработке и анализе изображений.
9. Сегментация изображения. Виды сегментации. Сегментация по порогу. Автоматическое определение порога.
10. Кластеризация, классификация, сегментация. Алгоритмы кластеризации на графах. Алгоритм K- средних.
11. Понятие объекта на изображении. Калибровка изображения. Характеристики объекта.
12. Сегментация на основе роста и разделения областей.
13. Интерактивная сегментация. Деформируемые модели.
14. Математическая морфология. Структурный элемент. Основные операции математической морфологии.
15. Математическая морфология. HitAndMiss. Утоньшение, Ватершед (Водораздел).
16. Детектирование особенностей на изображении. Интегральное изображение. Алгоритмы SIFT и SURF.
17. Детектирование границ, линий, точек. Преобразование Хафа.
18. Использование нейронной сети в анализе изображений. Сверточные сети.
19. Анализ изображения видеопотока. Сегментация динамических объектов.
20. Оптический поток.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Компьютерная графика	Кафедра компьютерных технологий и систем	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения, протокол № 12 от 19 мая 2016 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ**

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№№ Пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры компьютерных технологий и систем (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О.Фамилия)