

# БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
Л. Толстик

Регистрационный № Д-4606 / уч.



## АЛГОРИТМЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 03 04 Информатика

2017 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 03 04-2013, учебных планов УВО № G31-169/уч. 2013 г., № G31и-192/уч. 2013 г.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Хадарович А.Ю. – ассистент кафедры «Биомедицинской информатики» Белорусского государственного университета.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Биомедицинской информатики» факультета прикладной математики и информатики  
(протокол № 1 от 24 апреля 2017 г.)

Учебно-методической комиссией факультета прикладной математики и информатики  
(протокол № 5 от 16 мая 2017 г.)



## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Алгоритмы цифровой обработки изображений» относится к циклу дисциплин специализации для студентов, обучающихся по специальности 1-31 03 04 Информатика и является неотъемлемой частью системы подготовки специалистов в области информатики. Цифровые изображения получили широкое распространение в различных сферах человеческой деятельности. Актуальность научных исследований по этому направлению значительно возросла в последние годы в связи с повсеместным использованием компьютеров, средств обработки и хранения данных, сигналов и изображений, а также широкого применения цифровых изображений как аналитического инструмента в биологии и незаменимого источника информации в медицинской диагностике.

Основой для изучения дисциплины специализации «Алгоритмы цифровой обработки изображений» являются следующие учебные дисциплины первой ступени высшего образования: «Методы и алгоритмы анализа данных», «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Дискретная математика».

*Целью* преподавания дисциплины специализации «Алгоритмы цифровой обработки изображений» является практическое освоение алгоритмов и программных средств анализа и классификации изображений, а также приобретение навыков решения прикладных задач, связанных с количественным анализом и классификацией изображений. При выполнении лабораторных работ основное внимание уделяется биомедицинским изображениям различных типов.

Лабораторные работы включают в себя 4 основные части, которые относятся как к алгоритмам и программным средствам количественного анализа изображений как таковым, так и алгоритмам и программным средствам, находящимся на стыке информатики с биологией и медицинской диагностикой.

Преподавание дисциплины специализации в значительной мере базируется на рассмотрении реальных биомедицинских изображений различных модальностей, разборе типовых задач анализа, классификации и распознавания, а также на использовании соответствующего базового программного обеспечения.

*Задачи* изучения учебной дисциплины:

- формирование четкого представления об основных типах количественных признаков (форма, цвет, текстура), характеризующих цифровые изображения;
- развитие навыков по извлечению/вычислению количественных признаков и формированию дескрипторов изображений;
- развитие навыков корректного формирования контрольных групп изображений и практического использования базовых статистических методов для их анализа, выявления статистически значимых взаимосвязей, а также для поиска и количественного описания зависимостей;

- формирование навыков практического использования существующих программных реализаций классификаторов;
- формирование навыков практического использования сверточных нейронных сетей и базовых элементов технологии глубокого обучения (Deep Learning);
- формирование мотивации к самостоятельным исследованиям в области анализа биомедицинских изображений.

Полученные в результате изучения дисциплины знания и навыки необходимы студентам для успешного выполнения курсовых работ, прохождения учебной и производственных практик, а также и выполнения дипломной работы.

В результате изучения учебной дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- основные типы биомедицинских изображений, их визуальные признаки, способы формирования и типичные технические параметры;
- различия между 2D и 3D изображениями и особенности анализа объемных 3D изображений;
- основные виды количественных параметров, описывающих форму, цвет и текстуру изображений, а также способы их извлечения из входных изображений, представленных в растровом виде;
- наиболее распространенные классификаторы, суть их работы, основные параметры и области применения при решении задач анализа и распознавания цифровых изображений;
- общее устройство (типовую архитектуру) сверточных нейронных сетей и области их применения.

**уметь:**

- определять тип (модальность) биомедицинских изображений по их характерным визуальным признакам и техническим параметрам;
- выбрать подходящие алгоритмы вычисления количественных параметров, описывающих цветовые свойства, текстуру и форму объектов изображений;
- уметь формировать статистически-корректные контрольные группы изображений для их последующего анализа;
- использовать базовые методы статистического анализа (t-тест, ANOVA, линейная регрессия) для решения типовых практических задач анализа биомедицинских изображений;
- выбирать и правильно применять существующие классификаторы для решения задач типа классификации, идентификации и регрессии;
- уметь реализовывать процедуры анализа и классификации изображений с использованием одного из скриптовых языков программирования;
- применять как минимум один из существующих пакетов прикладных программ свободного доступа для обучения сверточных нейронных сетей.

**владеть:**

- научной, технической и (частично) биомедицинской терминологией данного раздела науки и техники;
- устойчивыми навыками рационального использования методов первичного анализа биомедицинских изображений;
- базовыми навыками и умениями применения существующих программных средств и интернет-ресурсов для решения задач анализа изображений.

### ***Требования к академическим компетенциям специалиста***

Специалист должен:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач анализа изображений в области научных исследований и диагностики заболеваний;
- иметь целостное представление о методах и средствах анализа биомедицинских изображений, уметь провести системный анализ проблемы и предложить способ ее решения;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным выработать новые идеи, предлагать последовательность шагов и общую процедуру решения задачи анализа изображений;
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем анализа и распознавания биомедицинских изображений;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

### ***Требования к социально-личностным компетенциям специалиста***

Специалист должен:

- быть способным к критике и самокритике (критическое мышление);
- уметь работать в команде.

### ***Требования к профессиональным компетенциям специалиста***

- Специалист должен быть способен:
- взаимодействовать со специалистами из области биологии и медицины;
- владеть современными средствами телекоммуникаций.

В соответствии с учебным планом 1-31 03 04 Информатика для студентов дневной формы получения образования учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 54 учебных часов, в том числе 34 аудиторных часов: лабораторных – 30 часов, управляемой самостоятельной работы – 4 часа. Форма текущей аттестации студентов в рамках данной дисциплины – зачет на третьем курсе в 6-ом семестре.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Раздел I. Введение в методы и алгоритмы анализа цифровых изображений**

#### ***Тема 1.1 Операции над изображениями: морфологические операции***

Выполнение лабораторной работы: разработка программы, иллюстрирующей результаты выполнения морфологических операций (расширение, эрозия, отмыкание, замыкание) для бинарных, полутоновых и цветных изображений для различных структурирующих элементов (структурирующий элемент задается в виде аргумента).

#### ***Тема 1.2 Операции над изображениями: морфологические операции (2)***

Выполнение лабораторной работы: разработка программы построения морфологического скелета изображения и восстановления изображения по морфологическому скелету для бинарных изображений и различных структурирующих элементов.

#### ***Тема 1.3 Операции над изображениями: дистанционная функция***

Выполнение лабораторной работы: разработка программы построения дистанционной функции для бинарных изображений и различных структурирующих элементов.

#### ***Тема 1.4 Операции над изображениями: преобразование утоньшения***

Выполнение лабораторной работы: разработка программы построения скелета бинарного изображения на основе преобразований утоньшения.

#### ***Тема 1.5 Операции над изображениями: преобразование утолщения***

Выполнение лабораторной работы: разработка программы построения выпуклой оболочки бинарного объекта на основе преобразований утолщения.

#### ***Тема 1.6 Операции над изображениями: морфологический спектр***

Выполнение лабораторной работы: разработка программы вычисления и визуализации морфологического спектра для бинарных и полутоновых изображений для различных структурирующих элементов (структурирующий элемент задается в виде аргумента).

#### ***Тема 1.7 Операции над изображениями: фильтры***

Выполнение лабораторной работы: разработка программы, иллюстрирующей результаты применения порядково-статистических фильтров для бинарных и полутоновых изображений для квадратных окон размера 3x3, 5x5, 7x7.

## **Раздел II. Количественные параметры изображений и методы их вычисления**

### ***Тема 2.1 Фундаментальные свойства и количественные параметры (признаки) изображений***

Выполнение лабораторной работы: построение гистограммы яркостей для следующих 3-х видов изображений: полутоновое изображение грудной клетки, 8 бит на пиксел; полутоновое изображение (2D слой КТ изображения), 16 бит на пиксел; полутоновое 3D изображение головного мозга, 8 бит на пиксел.

### ***Тема 2.2 Цветовые признаки изображений***

Выполнение лабораторной работы: нормализация яркости заданного полутонового изображения грудной клетки методом квантилей (отсечь 2.5% низкой и 2.5% высокой яркости и растянуть весь диапазон в интервал 0-255).

### ***Тема 2.3 Описание и анализ текстур***

Выполнение лабораторной работы: для заданной группы полутоновых медицинских изображений подсчет матрицы совместной встречаемости пикселей Харалика размером 16\*16, размер бина 16 единиц яркости, нечувствительны к повороту.

### ***Тема 2.4 Локальные бинарные шаблоны***

Выполнение лабораторной работы: для заданного полутонового 2D изображения подсчет гистограммы LBP (расстояние 1, т.е. соседние пикселы).

### ***Тема 2.5 Описание и анализ текстур (2)***

Выполнение управляемой самостоятельной работы: для заданной группы полутоновых медицинских изображений подсчет матрицы совместной встречаемости пикселей Харалика размером 256\*256, без бининга яркостей, нечувствительны к повороту.

## **Раздел III. Сравнение, классификация и распознавание изображений**

### ***Тема 3.1 Методы классификации и классификаторы***

Выполнение лабораторной работы: автоматическая классификация тестовой выборки рентгеновских изображений методом методом kNN при  $k=1$  и  $k=5$ . Подсчет и представление в графическом виде точности классификации в процентах.

### ***Тема 3.2 Примеры задач классификации биомедицинских изображений (1)***

Выполнение лабораторной работы: автоматическая классификация тестовой выборки рентгеновских изображений методом линейного

классификатора SVM. Подсчет и представление в графическом виде точности классификации в процентах.

### ***Тема 3.3 Примеры задач классификации биомедицинских изображений (2)***

Выполнение управляемой самостоятельной работы: автоматическая классификация тестовой выборки рентгеновских изображений методом Random Forests, подсчет точности классификации.

## **Раздел IV. Сверточные нейронные сети и глубокое обучение**

### ***Тема 4.1 Использование сверточных сетей при решении задач анализа и распознавания изображений***

Выполнение лабораторной работы: автоматическая классификация тестовой выборки изображений с использованием сверточных нейронных сетей при помощи дескрипторов типа LBP для заданной группы полутоновых медицинских изображений.

Базовое ПО: система DIGITS от Nvidia с web интерфейсом либо с использованием соответствующих скриптов Python.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>I</b>	<b>Введение в методы и алгоритмы анализа цифровых изображений</b>				14			
1.1	<i>Операции над изображениями: морфологические операции Выполнение лабораторной работы: разработка программы, иллюстрирующей результаты выполнения морфологических операций (расширение, эрозия, отмыкание, замыкание) для бинарных, полутоновых и цветных изображений для различных структурирующих элементов (структурирующий элемент задается в виде аргумента).</i>				2			<i>Отчет по выполнению лабораторной работы</i>
1.2	<i>Операции над изображениями: морфологические операции (2) Выполнение лабораторной работы: разработка программы построения морфологического скелета изображения и восстановления изображения по морфологическому скелету для бинарных</i>				2			<i>Отчет по выполнению лабораторной работы</i>

	<i>изображений и различных структурирующих элементов.</i>							
1.3	<i>Операции над изображениями: дистанционная функция Выполнение лабораторной работы: разработка программы построения дистанционной функции для бинарных изображений и различных структурирующих элементов.</i>				2			<i>Отчет по выполнению лабораторной работы</i>
1.4	<i>Операции над изображениями: преобразование утоньшения Выполнение лабораторной работы: разработка программы построения скелета бинарного изображения на основе преобразований утоньшения.</i>				2			<i>Отчет по выполнению лабораторной работы</i>
1.5	<i>Операции над изображениями: преобразование утолщения Выполнение лабораторной работы: разработка программы построения выпуклой оболочки бинарного объекта на основе преобразований утолщения.</i>				2			<i>Отчет по выполнению лабораторной работы</i>
1.6	<i>Операции над изображениями: морфологический спектр Выполнение лабораторной работы: разработка программы вычисления и визуализации морфологического спектра для бинарных и полутоновых изображений для различных структурирующих элементов</i>				2			<i>Отчет по выполнению лабораторной работы</i>

	<i>(структурирующий элемент задается в виде аргумента).</i>							
1.7	<i>Операции над изображениями: фильтры Выполнение лабораторной работы: разработка программы, иллюстрирующей результаты применения порядково- статистических фильтров для бинарных и полутоновых изображений для квадратных окон размера 3x3, 5x5, 7x7.</i>				2			<i>Отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<b>II</b>	<b>Количественные параметры изображений и методы их вычисления</b>				<b>8</b>		<b>2</b>	
2.1	<i>Фундаментальные свойства и количественные параметры (признаки) изображений. Выполнение лабораторной работы: построение гистограммы яркостей для следующих 3-х видов изображений: полутоновое изображение грудной клетки, 8 бит на пиксел; полутоновое изображение (2D слой КТ изображения), 16 бит на пиксел; полутоновое 3D изображение головного мозга, 8 бит на пиксел.</i>				2			<i>Отчет по выполнению лабораторной работы</i>
2.2	<i>Цветовые признаки изображений. Выполнение лабораторной работы: нормализация яркости заданного полутонового изображения грудной клетки методом квантилей (отсечь 2.5% низкой и 2.5% высокой яркости и растянуть весь</i>				2			<i>Отчет по выполнению лабораторной работы</i>

	диапазон в интервал 0-255).							
2.3	Описание и анализ текстур. Выполнение лабораторной работы: для заданной группы полутоновых медицинских изображений подсчет матрицы совместной встречаемости пикселей Харалика размером 16*16, размер бина 16 единиц яркости, нечувствительны к повороту.				2			Отчет по выполнению лабораторной работы
2.4	Локальные бинарные шаблоны. Выполнение лабораторной работы: для заданного полутонового 2D изображения подсчет гистограммы LBP (расстояние 1, т.е. соседние пиксели).				2			Отчет по выполнению лабораторной работы
2.5	Описание и анализ текстур (2). Выполнение управляемой самостоятельной работы: для заданной группы полутоновых медицинских изображений подсчет матрицы совместной встречаемости пикселей Харалика размером 256*256, без бининга яркостей, нечувствительны к повороту.						2	Отчет по выполнению управляемой самостоятельной работы
<b>III</b>	<b>Сравнение, классификация и распознавание изображений</b>				4		2	
3.1	Методы классификации и классификаторы. Выполнение лабораторной работы: автоматическая классификация тестовой выборки рентгеновских изображений методом методом kNN при k=1 и k=5. Подсчет и представление в графическом виде точности классификации в процентах.				2			Отчет по выполнению лабораторной работы

3.2	<i>Примеры задач классификации биомедицинских изображений (1). Выполнение лабораторной работы: автоматическая классификация тестовой выборки рентгеновских изображений методом линейного классификатора SVM. Подсчет и представление в графическом виде точности классификации в процентах.</i>				2			<i>Отчет по выполнению лабораторной работы</i>
3.3	<i>Примеры задач классификации биомедицинских изображений (2). Выполнение управляемой самостоятельной работы: автоматическая классификация тестовой выборки рентгеновских изображений методом Random Forests, подсчет точности классификации.</i>						2	<i>Отчет по выполнению управляемой самостоятельной работы</i>
<b>IV</b>	<b>Сверточные нейронные сети и глубокое обучение</b>				4			
4.1	<i>Использование сверточных сетей при решении задач анализа и распознавания изображений. Выполнение лабораторной работы: автоматическая классификация тестовой выборки изображений с использованием сверточных нейронных сетей при помощи дескрипторов типа LBP для заданной группы полутонных медицинских изображений. Базовое ПО: система DIGITS от Nvidia с web интерфейсом либо с использованием соответствующих скриптов Python.</i>				4			<i>Отчет по выполнению лабораторной работы</i>
					30		4	

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Рекомендуемая литература

#### Основная

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Перевод с английского, третье издание, ISBN 978-5-94836-331-8, 2012, 1104 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде Матлаб. Техносфера, М., 2006.
3. Ковалев В.А. Анализ текстуры трехмерных медицинских изображений. Минск: Белорусская наука, 2008, ISBN 978-985-08-0905-6. – 264 с.
4. Анищенко В.В., Ванькевич П.Е., Ковалев В.А., Куцан Н.В., Лапицкий В.А., Линев В.Н. Применение цифровых сканирующих аппаратов и передовых телемедицинских технологий в диагностике заболеваний легких. – Минск, ОИПИ НАН Беларуси, 2010. – 136 С.
5. Kovalev V. and Volmer S. Color Co-Occurrence Descriptors for Querying-by-Example, Int. Conf. on Multimedia Modelling, Oct. 12-15, Lausanne, Switzerland, IEEE Comp. Society Press, pp. 32-38, 1998.
6. Ковалев В.А. Распознавание опухолей на ультразвуковых изображениях печени с использованием решающих правил. Информатика, № 2(50), апрель-июнь, 2016, С. 59-70.
7. Литвин А.А., Жариков О.Г., Филатов А.А., Ковалев В.А. Оценка анизотропии КТ-изображений в диагностике инфицированного панкреонекроза // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20, № 3. – с. 22-26.
8. Petrou M., Kovalev V.A. and Reichenbach J.R. High order statistics for tissue segmentation, book chapter in Handbook of Medical Image Processing and Analysis, 2nd Edition, I.H.Bankman (Ed.), Academic Press, ISBN 978-0-12-373904-9, San Diego, CA, USA, 2009, pp. 245–257.
9. Kovalev V.A. and Petrou M. The Classification Gradient. In: Int. Conf. On Pattern Recognition (ICPR'06), Vol. 3, Hong Kong, 20-24 August, IEEE Comp. Society, ISSN 1051-4651, DOI 10.1109/ICPR.2006.1116, pp. 830-833, 2006
10. Ковалев В.А. Метод вычисления обобщенного градиента для текстурных изображений // Информатика. – 2008. – № 3. – С. 56-69.
11. Litjens G., Kooi T., Bejnordi B.E., Setio A.A.A., Ciompi F., Ghafoorian M., van der Laak J.A.W.M., van Ginneken B., Sánchez C.I. A survey on deep learning in medical image analysis. Medical Image Analysis, vol. 42, 2017, pp.60-88.
12. Kovalev V., Liauchuk V., Kalinovsky A., Shukelovich A. A comparison of conventional and Deep Learning methods of image classification on a database of chest radiographs. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, vol. 12, Suppl. 1, 2017, pp. S139-S140.

## *Дополнительная*

13. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение. Бином. Лаборатория знаний, М., 2006.
14. Ковалев В.А. Классификация и распознавание трехмерных СПЕСТ изображений головного мозга. // Цифровая обработка изображений, Вып. 4, Минск, ИТК НАН Беларуси, 2000, с. 180-189.
15. Handbook of Medical Imaging: Processing and Analysis, I. Bankman (Ed.), Academic Press, San Diego, CA, USA, pp. 231-247, 2000.
16. Petrou M., Petrou C. Image Processing: The Fundamentals, 2nd Edition, Wiley, 818 p.
17. Ковалев В.А., Дмитрук А.А., Сафонов И.В. Метод поиска связей между морфологическими структурами гистологических изображений и показателями состояния онкологических больных, Информатика. – 2012. – № 2(33). – С. 5-11.
18. Ковалев В.А. Влияние искажений и фрагментации образцов поиска на качество поиска цветных изображений по содержанию. Информатика, № 2(46), апрель-июнь, 2015, С. 31-38.
19. Kovalev V.A., Kruggel F., Gertz H.-J., and von Cramon D.Y. Three-dimensional Texture Analysis of MRI Brain Datasets, IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 20, No. 5, May, pp. 424-433, 2001.
20. Kovalev V.A., Kruggel F., and von Cramon D.Y. Gender and age effects in structural brain asymmetry as measured by MRI texture analysis, NeuroImage, Vol. 19, pp. 896-905, 2003.
21. Kovalev V.A. and Petrou M. Texture analysis in 3D for tissue characterization, book chapter in Handbook of Medical Image Processing and Analysis, 2nd Edition, I.H. Bankman (Ed.), Academic Press, ISBN 978-0-12-373904-9, San Diego, CA, USA, 2009, pp. 279–292.
22. Ковалев В.А., Дмитрук А.А. Влияние мер близости в пространстве признаков на качество поиска медицинских изображений по содержанию, Информатика. – 2011. – №30. – С. 5-11.
23. Ковалев В.А., В.А. Левчук. Картирование характеристик сверхбольших гистологических изображений раковой ткани, Информатика. – 2012. – № 1(33). – С. 12-17.
24. Kovalev V.A., Petrou M., and Suckling J. Detection of structural differences between the brains of schizophrenic patients and controls, Psychiatry Research: Neuroimaging, Vol. 124, pp. 177-189, 2003.
25. Kovalev V.A., Petrou M. and Bondar Y.S. Using Orientation Tokens for Object Recognition, Pattern Recognition Letters, Vol. 19, No. 12, pp. 1125-1132, 1998.
26. Pagani M, Kovalev VA, Lundqvist R, Jacobsson H, Larsson SA, and Thurfjell L. A new approach for improving diagnostic accuracy of Alzheimer's disease and Frontal Lobe Dementia utilising the intrinsic properties of the SPET datasets, European Journal of Nuclear Medicine & Molecular Imaging, Vol. 30, No 11, pp. 1481-1488, 2003.
27. Kovalev V.A., Liauchuk V.A., Kalinovskiy A.A., Shukelovich A.V. Benchmarking the efficiency of Deep Learning methods on the problem of predicting subjects' age by chest radiographs. In: Big Data and Advanced Analytics, Proc. 3rd International Conference, ISBN 978-985-534-323-2, BSUIR, Minsk, May 2017, pp. 75-82.

28. Стругайло В.А. Обзор методов фильтрации и сегментации цифровых изображений. Наука и образование, МГТУ им. Баумана, 2012, DOI: 10.7463/0512.0411847.
29. Kovalev V.A. Mining Dichromatic Colours from Video. Advances in Data Mining. Applications in Medicine, Web Mining, Marketing, Image and Signal Mining: 6th Industrial Conference on Data Mining (ICDM'06), Leipzig, Germany, July 14-15, P. Perner (Ed.): LNAI, Vol. 4065, Springer Verlag, ISBN: 3-540-36036-0, pp. 431–443, 2006.
30. T. Ojala, M. Pietikäinen, and D. Harwood (1996), "A Comparative Study of Texture Measures with Classification Based on Feature Distributions", Pattern Recognition, vol. 29, pp. 51-59.
31. V. Kovalev, N. Harder, B. Neumann, M. Held, U. Liebel, H. Erfle, J. Ellenberg, R. Eils, and K. Rohr. Feature Selection for Evaluating Fluorescence Microscopy Images in Genome-Wide Cell Screens. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'06), New York, June 17-22, IEEE Comp Society Press, pp. 276-283, 2006.

### **Рекомендации по контролю качества усвоения знаний**

На занятиях по учебной дисциплине «Алгоритмы цифровой обработки изображений» рекомендуется использование элементов проблемного обучения: проблемное изложение некоторых аспектов современных биологических исследований и медицинской диагностики, использование частично-поискового метода.

### ***Перечень заданий УСР***

1. Для заданной группы полутоновых медицинских изображений подсчитать матрицу совместной встречаемости пикселей Харалика размером  $256 \times 256$ , без бининга яркостей, нечувствительны к повороту.
2. Для заданных 2-х классов рентгеновских изображений, заранее разделенных на обучающую и тестовую выборки, провести автоматическую классификацию изображений методом Random Forests и подсчитать точность классификации.

### ***Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности***

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным и конечным требованиям образовательной программы разрабатываются типовые задания 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 анализа изображений.

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

1. Устная форма: устный опрос, фронтальный опрос.

2. Письменная форма: лабораторные работы, контрольные работы, управляемые самостоятельные работы.

***Примерный перечень тем контрольных работ***

1. Количественные параметры изображений.
2. Распознавание изображений с помощью методов машинного обучения.

***Итоговая оценка формируется на основе 3-х документов***

1. Правила проведения аттестации (постановление Министерства образования №53 от 29.05.2012г.).
2. Положение о рейтинговой системе БГУ.
3. Критерии оценки студентов.

## 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)
Дискретная математика и математическая логика	Биомедицинской информатики	Нет	Изменений не требуется. Протокол № 1 от 24 апреля 2017 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ**  
на 2017/2018 учебный год

№№ Пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры биомедицинской информатики (протокол № 1 от 24.04 2017)

Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(ученая степень, звание)

\_\_\_\_\_

(подпись) А.В.Тузиков

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(ученая степень, звание)

\_\_\_\_\_

(подпись) П.А. Мандрик