

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____ Хагуров Т.А.
подпись
« 24 » _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.04.01 ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА
МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность 12.04.04 Биотехнические системы
и технологии

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация Методы анализа и синтеза
медицинских изображений

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академическая

(академическая /прикладная)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника магистр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего ВО) по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Программу составил(и):

М.С. Коваленко, ст. преп., к. ф.-м. н.

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

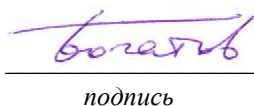


подпись

Рабочая программа дисциплины Программы обработки и анализа медицинских изображений утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем протокол № 15 «06» апреля 2018г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Богатов Н.М.

фамилия, инициалы

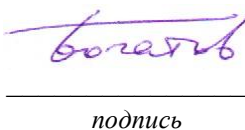


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Физико-технический факультет протокол № 10 «12» апреля 2018г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Л.Р. Григорьян, директор НПФ ООО "Мезон"

Е.Н. Тумаев, д. ф.-м. н., профессор, ФГБОУ ВО «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины.

Дисциплина «Программы обработки и анализа медицинских изображений» ставит своей целью изучение теоретических основ, принципов, методов используемых для обработки и последующего анализа цифровых медицинских изображений с помощью различных программных средств.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачи дисциплины включают освоение студентами следующих знаний и навыков:

- пространственные и частотные методы улучшения изображений с помощью программных средств (Gimp, Matlab, Fiji, CellProfiler);
- восстановление изображений с помощью программных средств (Gimp, Matlab, Fiji, CellProfiler);
- морфологическая обработка изображений с помощью программных средств (Gimp, Matlab, Fiji, CellProfiler);
- сегментация и распознавание изображений с помощью программных средств (Gimp, Matlab, Fiji, CellProfiler).

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Программы обработки и анализа медицинских изображений» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Логически дисциплина связана с предметами базовой части первой ступени образования «Математический анализ», «Физика», «Информатика», «Компьютерная графика». Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального исчисления, теории вероятностей; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач; знать основы компьютерных наук и методы построения алгоритмов для решения практических задач.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку базовой и вариативной частей модуля обучения, обеспечивая согласованность и преемственность с этими дисциплинами.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть

1.	ПК-3	способностью организовывать и проводить медикобиологические, эргономические и экологические исследования	области применения алгоритмов анализа и обработки изображений в медикобиологических, эргономических и экологических	применять программный инструментарий для решения исследовательских задач	навыками применения программ обработки и анализа изображений для решения исследовательских задач
2.	ПК-13	готовностью участвовать в поддержании единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции	области применения алгоритмов анализа и обработки изображений в сфере производства	работать с методами обработки изображений для автоматизации задач в сфере производства	навыками построения алгоритмов обработки изображений для автоматизации задач в сфере производства
	ПК-16	готовностью применять навыки разработки учебнометодических материалов для обучающихся по отдельным видам учебных занятий	принципы построения документации и методических материалов при решении задач обработки изображений	применять инструментарий для решения задач разработки материалов для обучающихся	навыком описания и документирования исследовательского процесса

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)	
		В	
Контактная работа, в том числе:	48,5	48,5	
Аудиторные занятия (всего):	48	48	
Занятия лекционного типа	16	16	
Лабораторные занятия	32	32	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	
Иная контактная работа:	0,5	0,5	
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,5	
Самостоятельная работа, в том числе:	95,8	95,8	

Курсовая работа	-	-	
Проработка учебного (теоретического) материала	25	25	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	43	43	
Реферат	-	-	
Подготовка к текущему контролю	11,8	11,8	
Контроль:	35,7	35,7	
Подготовка к экзамену	35,7	35,7	
Общая трудоемкость	час.	180	180
	в том числе контактная работа	48,5	48,5
	зач. ед	5	5

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в В семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1	Точечные преобразования в улучшении изображений	18	2	0	4	12
2	Задачи улучшения изображений с помощью пространственных методов	18	2	0	4	12
3	Задачи, решаемые морфологическими операциями	18	2	0	4	12
4	Сегментация изображений	36	4	0	8	24
5	Анализ изображений. Представление и описание	18	2	0	4	12
6	Распознавание объектов	36	4	0	8	24
	<i>Итого по дисциплине:</i>		16	0	32	96

Примечание: Л- лекции, ПЗ- практические занятия/семинары, ЛР- лабораторные занятия, СРС- самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины: 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
---	----------------------	--------------------	-------------------------

1	2	3	4
1	Точечные преобразования в улучшении изображений	Функция градационных преобразований. Гистограмма. Глобальная и локальная эквализация гистограммы. Использование гистограмм в обработке изображений. Использование программных средств для точечных преобразований.	Выполнение лабораторных работ (ЛР) / устный опрос (О)
2	Задачи улучшения изображений с помощью пространственных методов	Принципы пространственной фильтрации. Маска. Сглаживающие фильтры. Линейные и нелинейные сглаживающие фильтры. Фильтры повышения резкости. Использование первой и второй производных для повышения резкости изображения. Использование пространственных методов обработки изображений в программных средствах (Matlab, Fiji, CellProfiler, Gimp).	ЛР / О
3	Задачи, решаемые морфологическими операциями	Дилатация и эрозия. Размыкание и замыкание. Морфологические алгоритмы: выделение границ, заполнение областей, выделение связных компонент, выпуклая оболочка. Реализация морфологических операций в различных программных средствах.	ЛР / О
4	Сегментация изображений	Основные положения сегментации изображений. Обнаружение разрывов яркости. Преобразование Хаффа. Связывание контуров и нахождение границ. Сегментация на отдельные области. Алгоритм водораздела. Сегментация изображений в программах обработки изображений.	ЛР / О
5	Анализ изображений. Представление и описание	Способы представления и описания изображений. Образы и классы образов в распознавании объектов на изображении. Представление. Deskрипторы границ. Deskрипторы областей. Анализ изображений в программах обработки изображений.	ЛР / О
6	Распознавание объектов	Распознавание на основе методов теории решений. Векторы признаков. Классификаторы. Корреляционное сопоставление. Структурные методы распознавания. Распознавание объектов в с помощью программных средств.	ЛР / О

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Согласно учебному плану занятия семинарского типа по данной дисциплине не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
---	---------------------------------	-------------------------

1	3	4
1	Точечные преобразования в улучшении изображений	Отчет по лабораторной работе
2	Задачи улучшения изображений с помощью пространственных методов	Отчет по лабораторной работе
3	Задачи, решаемые морфологическими операциями	Отчет по лабораторной работе
4	Сегментация изображений	Отчет по лабораторной работе
5	Анализ изображений. Представление и описание	Отчет по лабораторной работе
6	Распознавание объектов	Отчет по лабораторной работе

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану, курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Точечные преобразования в улучшении изображений	Волкова, М.А. Методы обработки и распознавания изображений. Учебно-методическое пособие по лабораторному практикуму [Электронный ресурс] : учеб.метод. пособие / М.А. Волкова, В.Р. Луцев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 40 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91416 . — Загл. с экрана.
2	Задачи улучшения изображений с помощью пространственных методов	Волкова, М.А. Методы обработки и распознавания изображений. Учебно-методическое пособие по лабораторному практикуму [Электронный ресурс] : учеб.метод. пособие / М.А. Волкова, В.Р. Луцев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 40 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91416 . — Загл. с экрана.
3	Задачи, решаемые морфологическими операциями	Волкова, М.А. Методы обработки и распознавания изображений. Учебно-методическое пособие по лабораторному практикуму [Электронный ресурс] : учеб.метод. пособие / М.А. Волкова, В.Р. Луцев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 40 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91416 . — Загл. с экрана.

4	Сегментация изображений	Волкова, М.А. Методы обработки и распознавания изображений. Учебно-методическое пособие по лабораторному практикуму [Электронный ресурс] : учеб.метод. пособие / М.А. Волкова, В.Р. Луцив. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 40 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91416 . — Загл. с экрана.
5	Анализ изображений. Представление и описание	Волкова, М.А. Методы обработки и распознавания изображений. Учебно-методическое пособие по лабораторному практикуму [Электронный ресурс] : учеб.метод. пособие / М.А. Волкова, В.Р. Луцив. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 40 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91416 . — Загл. с экрана.
6	Распознавание объектов	Тропченко, А.А. Методы вторичной обработки и распознавания изображений. Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Тропченко, А.Ю. Тропченко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. — 215 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91585 . — Загл. с экрана.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом, -
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки используются, при освоении дисциплины в учебном процессе активные и интерактивные (взаимодействующие) формы проведения занятий, а именно:

- дискуссии;
- разбор конкретных ситуаций;
- интерактивное мультимедийное сопровождение.

Вышеозначенные образовательные технологии дают наиболее эффективные результаты освоения дисциплины с позиций актуализации содержания темы занятия, выработки продуктивного мышления, терминологической грамотности и компетентности обучаемого в аспекте социально-направленной позиции будущего магистра, и мотивации к инициативному и творческому освоению учебного материала.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций и т.д.)

В сочетании с внеаудиторной работой они создают дополнительные условия формирования и развития требуемых компетенций обучающихся, поскольку позволяют обеспечить активное взаимодействие всех участвующих в процессе обучения, включая преподавателя. Эти методы в наибольшей степени способствуют личностноориентированному подходу (обучение в сотрудничестве). При этом преподаватель выступает скорее в роли организатора процесса обучения, лидера группы, создателя условий для проявления инициативы обучающихся.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Список вопросов для проверки знаний по разделам дисциплины в форме опроса формируется на основе вопросов выносимых на зачёт.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Вопросы, выносимые на зачёт по дисциплине «Программы обработки и анализа медицинских изображений» для направления подготовки: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

1. Сколько уникальных цветов может содержать изображение с разрешением 256x256, в котором на каждый пиксель приходится 3 бита?
2. Сколько байт информации требуется для изображения с разрешением 32x32, в котором на каждый пиксель приходится 4 бита?
3. Цифровое изображение состоит из конечного числа элементов, которые называются ...
4. Какой характеристике соответствуют значения пикселей изображения?
5. Рентгеновское изображение формируется в результате регистрации ...
6. Как формируется цифровое изображение?
7. Как называется процесс представления аналогового сигнала в виде конечного множества отсчётов?
8. Квантование это представление аналогового сигнала в виде конечного множества отсчётов по его ...
9. Сколько уровней яркости содержит 8-битное изображение в градациях серого?
10. Сколько бит необходимо для описания одного пикселя бинарного изображения?
11. Функция преобразования изображения, выполняющая преобразование значения каждого пикселя изображения без учета его окрестностей, называется ...
12. Что такое функция градационного преобразования?
13. Для пикселя с координатами (x, y) 4-смежными являются пиксели со следующими координатами ...
14. Для пикселя с координатами (x, y) 8-смежными являются пиксели со следующими координатами ...
15. Как называется дискретная функция, отражающая распределение на изображении пикселей с различной яркостью?
16. Черный цвет на изображении обычно представлен числом ...
17. Что позволяет сделать эквализация гистограммы?

18. Процесс обработки изображения, основанный на перемещении маски фильтра (некоторой матрицы или шаблона заданного размера) от точки к точке изображения и расчёте в каждой точке (x,y) отклика фильтра, называется...
19. Какие фильтры позволяют снизить контрастность изображения?
20. К какому виду фильтров относится медианный фильтр?
21. Производная какого порядка лежит в основе фильтра лапласиана?
22. Производная какого порядка лежит в основе градиента?
23. Что характерно для высокочастотных компонент изображения? 24. Высокочастотные фильтры подавляют ... и оставляют ...
25. В чем особенность фильтра Баттерворта?
26. Укажите, какие элементы и характеристики изображения могут использоваться для решения задачи сегментации.
27. Какой фильтр используется для выделения контуров и линий на изображении?
28. Какая маска используется для выделения вертикальных линий на изображении?
29. Какая маска используется для выделения горизонтальных линий на изображении?
30. Первая производная от области цифрового изображения, в которой яркость всех пикселей одинакова, будет ... числом
31. Какие методы выделения контуров предпочтительнее с практической точки зрения?
32. Какая производная наиболее чувствительна к шумам на изображении?
33. Связывание точек и разрозненных линий на изображении в контур можно выполнить с помощью ...
34. Как называется метод сегментации, суть которого в определении на изображении локальных минимумов и последующем выделении областей, градиент которых направлен в сторону соответствующих минимумов? При этом между областями в случае соприкосновения образуется «перегородка», препятствующая их слиянию.
35. Как называется метод сегментации, суть которого в определении на изображении множества точек (центров «кристаллизации»), задаваемых некоторым способом, и последующем наращивании вокруг этих центров областей путем присоединения соседних пикселей, близких по свойствам к центрам «кристаллизации»?
36. Что такое сегментация разделением и слиянием областей?
37. Признаки, описывающие значимые характеристики границы или области изображения, называются ...
38. Что такое дескрипторы?
39. Что такое дескрипторы областей?
40. Какую задачу решают дескрипторы границ? Их особенности?
41. Какие параметры можно отнести к дескрипторам границ изображения?
42. Какие параметры можно отнести к дескрипторам областей изображения?
43. Подход описания текстуры области изображения, характеризующий её как гладкую, грубую и зернистую, называется ...
44. Описание текстуры некоторой области изображения как набора простейших составляющих (например, параллельные линии) называется ... подходом
45. При описании текстуры посредством статистического подхода, используются следующие характеристики ...
46. Упорядоченная совокупность дескрипторов называется ...

47. Совокупность образов, обладающих некоторыми общими дескрипторами называется ...
48. Распознавание объектов, которые описываются с помощью количественных дескрипторов, дискриминантных и статистических функций, осуществляется с помощью ...
49. Распознавание объектов, которые описываются с помощью качественных дескрипторов и связей элементов, осуществляется с помощью ...
50. Морфологическая обработка изображений: Базовые понятия.
51. Морфологическая обработка изображений: Дилатация и эрозия.
52. Морфологическая обработка изображений: Операции размыкания и замыкания.
53. Морфологические алгоритмы.

4.2.2 Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Программы обработки и анализа медицинских изображений» для направления подготовки: 12.04.04

Биотехнические системы и технологии

1. Методы регистрации цифровых изображений в различных областях.
2. Процесс обработки изображений. Основные стадии и этапы.
3. Дискретизация и квантование изображений. Основные понятия и особенности.
4. Цифровые изображения. Базовые типы изображений.
5. Улучшение изображений. Задачи. Основные методы.
6. Точечные преобразования.
7. Гистограмма изображения. Определения. Эквиализация глобальная и локальная.
8. Влияние градиционных преобразований на гистограмму изображения.
9. Использование арифметико-логических операций для улучшения изображений.
10. Фильтрация изображений. Задачи. Основные методы.
11. Линейная фильтрация изображений. Роль маски при линейной фильтрации.
12. Сглаживающие фильтры.
13. Фильтры повышения резкости.
14. Использование первых производных в улучшении изображений.
15. Использование вторых производных в улучшении изображений.
16. Медианный фильтр. Принцип работы. Применение на практике.
17. Фильтрация на основе порядковых статистик.
18. Искажение изображений. Причины. Способы описания процесса.
19. Сегментация. Определение. Основные методы и задачи.
20. Методы связывания контуров и нахождения границ. Преобразование Хаффа.
21. Сегментация и разрывы яркости. Виды разрывов яркости и методы их обнаружения.
22. Сегментация выращиванием областей.
23. Сегментация с помощью разделения и слияния областей.
24. Сегментация по морфологическим водоразделам. Основные принципы. Недостатки и методы их устранения.
25. Модели цветовых пространств. Особенности. Взаимосвязь.
26. Морфологическая обработка изображений.
27. Применение морфологической обработки на полутоновых изображениях.
28. Представление и описание изображений.
29. Дескрипторы границ.
30. Дескрипторы областей.

31. Распознавание объектов на основе статистических классификаторов.
32. Структурные методы распознавания.
33. Возможности цифровой обработки изображений в средах CellProfiler, Fiji, Matlab, Gimp.
34. Локально-адаптивная обработка изображений в программах CellProfiler, Fiji, Matlab, Gimp.
35. Фильтрация изображений в программах CellProfiler, Fiji, Matlab, Gimp.
36. Границы изображений. Оптимизация палитры изображений. Кодирование и сжатие изображений в программах CellProfiler, Fiji, Matlab, Gimp.
37. Некоторые области практического применения методов обработки изображений и распознавания образов в программах CellProfiler, Fiji, Matlab, Gimp.
38. Визуализация объектов. Применение методов улучшения изображений при разработке системы видеонаблюдения. Улучшение изображений с яркостными искажениями в программах CellProfiler, Fiji, Matlab, Gimp.
39. Повышение визуального качества изображений с помощью подчеркивания границ в программах CellProfiler, Fiji, Matlab, Gimp.
40. Пороговая обработка цветных изображений в программах CellProfiler, Fiji, Matlab, Gimp.
41. Обнаружение лиц на основе цвета в среде программах CellProfiler, Fiji, Matlab, Gimp.
42. Управление яркостью изображения в программах CellProfiler, Fiji, Matlab, Gimp.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом, - в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Сизиков, В.С. Прямые и обратные задачи восстановления изображений, спектроскопии и томографии с MatLab: Учебное пособие + CD [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 412 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99358>
2. Местецкий, Л.М. Непрерывная морфология бинарных изображений: фигуры, скелеты, циркуляры / Л.М. Местецкий. - Москва : Физматлит, 2009. - 285 с. - ISBN 978-5-9221-1050-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76562>
3. Ковалев, В.А. Анализ текстуры трехмерных медицинских изображений / В.А. Ковалев. - Минск : Белорусская наука, 2008. - 278 с. - ISBN 978-985-08-0905-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89357>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Яне, Бернд. Цифровая обработка изображений [Текст] : [пособие] / Б. Яне ; пер. с англ. А. М. Измайловой. - М. : Техносфера, 2007. - 583 с. : ил. + 1 электрон. опт. диск (CDROM). - (Мир цифровой обработки). - Библиогр. : с. 575-583. - ISBN 9785948361222. - ISBN 3540240357.
2. Гонсалес, Рафаэль. Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс ; пер. с англ. под ред. П. А. Чочиа. - М. : Техносфера, 2006. - 1070 с., [16] л. ил. - (Мир цифровой обработки). - ISBN 5948360288. - ISBN 0201180758.
3. Гонсалес, Рафаэль С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс ; пер. с англ. В. В. Чепыжова. - М. : Техносфера, 2006. - 615 с. : ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Мир цифровой обработки). - Библиогр. : с. 614-615. - ISBN 594836092X. - ISBN 0130085197.

5.3. Периодические издания:

1. International Journal of Computer Vision (<https://www.computer.org/web/tpami>)
2. The IET Image Processing journal (<http://digital-library.theiet.org/content/journals/iet-ipr>)
3. International Journal of Image Processing (<http://www.cscjournals.org/journals/IJIP>)
- 4.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (<https://cyberleninka.ru/>)
2. Научная электронная библиотека eLibrary.ru (<https://elibrary.ru/>)

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

К специалистам различных областей знаний в настоящее время предъявляется широкий перечень требований. Одно из важнейших – это наличие умения и навыка самостоятельного поиска знаний в различных источниках, их систематизация и оценка в контексте решаемой задачи.

Структура учебного курса направлена на развитие у студента данной способности. Однако решающую роль в этом играет самостоятельная работа студента и осознанное участие в лекционных и практических занятиях.

Рекомендуется построить самостоятельную работу таким образом, чтобы она включала:

- изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции;
- изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией; -
изучение теоретического материала по учебнику и конспекту; -
подготовку к практическому занятию.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст прослушанной лекции.
2. При подготовке к новой лекции просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой и интернетисточниками по теме.
4. При подготовке к практическим занятиям, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала экзамена, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) - дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Операционная система Microsoft Windows.
2. Пакет программ для расчётов Matlab с функционалом для обработки изображений Image Processing Toolbox.
3. Программа для анализа клеточного материала CellProfiler,

4. Программа для анализа и обработки изображений Fiji. 5. Редактор изображений Gimp.

8.2 Перечень информационных справочных систем:

1. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (<https://cyberleninka.ru/>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
3. Хабрахабр – сообщество людей, занятых в индустрии высоких технологий (<https://habrahabr.ru/>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения занятий по имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами с возможностью подключения к Wi-Fi, документ-камерой, маркерными досками для демонстрации учебного материала;
- специализированный класс, с компьютерами и подключенным к ним периферийным измерительным прибором;
- аппаратное и программное обеспечение, соответствующие методические материалы для проведения самостоятельной работы по дисциплине;
- литература в библиотеке университета.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитории 315С, 209С оснащены презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
2.	Семинарские занятия	Не запланированы
3.	Лабораторные занятия	Аудитория 132С оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office
4.	Курсовое проектирование	Кабинет для выполнения курсовых работ аудитория 204С, 205С.
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 148С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
6.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 148С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
7.	Самостоятельная работа	Кабинет электронных ресурсов для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Аудитория 204С, 205С.