

Владимирский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Приволжский исследовательский медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации



УТВЕРЖДАЮ

Исполняющий обязанности директора

Владимирского филиала

 Ю.В. Арсенина

«29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Название дисциплины: **Обработка биомедицинских изображений**

Специальность: **31.05.01 ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЛО**

(код, наименование)

Квалификация: **ВРАЧ — ЛЕЧЕБНИК**

Форма обучения: очная

Трудоемкость дисциплины: **36 А.Ч.**

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности 31.05.01 «ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЛО», утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 988 от «12» августа 2020 г.

СОГЛАСОВАНО
Начальник УМО


(ПОДПИСЬ)

И.Ю. Калашникова

«29» августа 2024 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины «Обработка биомедицинских изображений» (далее – дисциплина):

Цель освоения дисциплины: участие в формировании компетенций: УК-1 состоящее в формировании у студентов способности осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Задачи дисциплины:

знать:

- основы формирования биомедицинских изображений, полученных посредством использования различных методов диагностики (КТ, МРТ, УЗИ);
- методы классификации, анализа и обработки биомедицинских изображений посредством нейросетей.

уметь:

- решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических и естественнонаучных профессиональных знаний;
- основываясь на знании базовых моделей, выбирать оптимальный метод анализа изображений;
- проводить обучение нейросети;
- руководить процессом обработки биомедицинских изображений.

владеть:

- современными методами анализа экспериментальных данных;
- методами анализа данных в медико-биологических исследованиях и особенностями построения архитектуры нейросети для задач классификации и анализа биомедицинских изображений.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО организации:

2.1. Дисциплина относится к факультативным дисциплинам ООП ВО, изучается в 9 семестре.

2.2. Дисциплина «Обработка биомедицинских изображений» базируется на знаниях, полученных в ходе освоения программы специалитета.

2.3. Дисциплина «Обработка биомедицинских изображений» является основой для изучения дисциплин: «Автоматизация медицинских исследований», «Основы машинного обучения (нейронные сети)», прохождения НИР, а также подготовки и защиты ВКР.

3. Результаты освоения дисциплины и индикаторы достижения компетенций:

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих универсальных (УК) и профессиональных (ПК) компетенций:

п /№	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на	<u>ИД-1 УК-1.1</u> Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы	методологию абстрактного мышления для систематизации количественных и качественных	получать новые знания на основе анализа, синтеза; решать нестандартные профессиональные	Методологией классических и нейросетевых методов классификации изображений;

	основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	критического анализа <u>ИД-2_{УК-1.2}</u> Умеет: получать новые знания на основе анализа, синтеза; собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта <u>ИД-3_{УК-1.3}</u> Имеет практический опыт: исследования проблемы профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; разработки стратегии действий для решения профессиональных проблем	характеристик физиологического о состоянии организма; основные нейросетевые методы анализа биомедицинских изображений.	задачи, применяя новейшие методы обработки биомедицинских изображений.	представлениями об архитектуре нейронных сетей.
--	--	---	--	--	---

4. Разделы дисциплины и компетенции, которые формируются при их изучении:

п/№	Код компетенции	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1.	УК-1	Основы формирования биомедицинских изображений, полученных посредством использования различных методов диагностики (КТ, МРТ, УЗИ).	Введение. Физические принципы, лежащие в основе методов компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии и ультразвуковой диагностики.
2.	УК-1	Введение в компьютерное зрение. Обработка изображений.	Формирование изображения у человека. Поиск аналогий между глазом человека и видеокамерой. Разбор классических алгоритмов пространственной и частотной обработки изображений (сглаживание изображений, повышение резкости, выделение контуров, и т.д.)
3.	УК-1	Глобальные и локальные признаки изображений.	Поиск, классификация и аннотирование изображений. Методы сравнения изображений. Признаки изображений и их свойства. Текстовые и визуальные признаки. Комбинирование признаков. Цветовые моменты. Цветовые гистограммы. Функции расстояния для гистограмм. Квантование пространства при построении гистограмм. Квантование пространства при помощи кластеризации. Недостатки гистограмм. Гистограммы с информацией и пространственным расположении цветов. Матрицы смежности. Вейвлет-признаки.

			Фильтр Габора. Фильтры разреженного кодирования. Признаки формы. Признаки границы. Методы сопоставления фрагментов изображений. Особые точки изображений. Свойства особых точек. Сравнение изображений при помощи локальных признаков. Угловые точки, их значимость. Детекторы угловых точек. Детектор Моравица. Детектор Харриса. Многомасштабное представление изображений. Прореживающая выборка. Алиасинг. Масштабно-независимые детекторы. Лапласиан гауссиана (LoG). Разность гауссианов (DoG). SIFT дескриптор.
4.	УК-1	Параметрические модели и классические методы классификации изображений.	Параметрические модели – задачи и методы. Метод наименьших квадратов. Метод полных наименьших квадратов. Поиск максимума правдоподобия. Робастные методы (М-оценки, RANSAC). Схемы голосования. Преобразование Хафа. Типы классификации (бинарная, многоклассовая). Категории объектов. Распознавание категорий человеком. Попиксельное сравнение. 16-NN. Колоризация. Признаки: BoW (мешок визуальных слов). Визуальные словари. Методы машинного обучения для предсказания категории. Логистическая регрессия. SVM. Деревья.
5.	УК-1	Нейросетевые методы классификации изображений. Представление и развитие архитектуры нейронных сетей.	Нейросети. Линейная модель МакКаллока-Питтса. Градиентный спуск. Стохастический градиентный спуск. Правила Хэбба и Розенблата. Теорема Новикова. Приближение функций нейросетью. Задание нейросети. Многослойная нейросеть. Линейный персептрон. Алгоритм backpropagation. Функции активации (сигмоид, гиперболический тангенс, ReLU, leaky ReLU). Softmax-преобразование. Обучение весов. Minibatch. Метод моментов. Методы второго порядка. Подбор шага. Сверточные сети. Batch normalization layer. Активации изображения на разных слоях. Максимальный отклик фильтра. t-SNE. Деконволюция нейронной сети. Эволюция признаков изображений в процессе обучения нейронной сети. Примеры нейронных сетей.

5. Объем дисциплины и виды учебной работы.

Вид учебной работы	Трудоемкость		Трудоемкость по семестрам (АЧ) 9 семестр
	объем в зачетных единицах (ЗЕ)	объем в академических часах (АЧ)	
Аудиторная работа, в том числе			
Лекции (Л)	1	36	36
Лабораторные практикумы (ЛП)	0,17	6	6
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
	0,44	16	16

Семинары (С)	-	-	-
Самостоятельная работа студента (СРС)	0,39	14	14
Научно-исследовательская работа студента	-	-	-
Промежуточная аттестация - ЗАЧЕТ			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ	1	36	36

6. Содержание дисциплины

6.1. Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной работы* (в АЧ)				
			Л	ЛП	ПЗ	С	СРС
1	1	Основы формирования биомедицинских изображений, полученных посредством использования различных методов диагностики (кт, мрт, УЗИ).	1		2		2
2	1	Введение в компьютерное зрение. Обработка изображений.	1		3		3
3	1	Глобальные и локальные признаки изображений.	1		3		3
4	1	Параметрические модели и классические методы классификации изображений.	2		4		3
5	1	Нейросетевые методы классификации изображений. Представление и развитие архитектуры нейронных сетей.	1		4		3
		<i>Зачет</i>					
		ИТОГО	6		16		14

* Л – лекции; ЛП – лабораторный практикум; ПЗ – практические занятия; С – семинары;
– самостоятельная работа студента.

СРС

6.2. Тематический план лекций:

№ п/п	Наименование тем лекций	Объем в АЧ семестр 9
1.	Основы формирования биомедицинских изображений, полученных посредством использования различных методов диагностики (кт, мрт, УЗИ).	1
2.	Введение в компьютерное зрение. Обработка изображений.	1
3.	Глобальные и локальные признаки.	1
4.	Параметрические модели и классические методы классификации изображений.	1
5.	Нейросетевые методы классификации изображений.	1
6.	Представление и развитие архитектуры нейронных сетей.	1
	ИТОГО (всего - АЧ)	6

6.3. Тематический план лабораторных практикумов: не предусмотрено ФГОСом.

6.4. Тематический план практических занятий:

№ п/п	Наименование практических занятий	Объем в АЧ семестр 9
-------	-----------------------------------	----------------------

1.	Введение. Физические принципы, лежащие в основе методов компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии и ультразвуковой диагностики.	2
2.	Разбор классических алгоритмов пространственной и частотной обработки изображений.	2
3.	Методы сравнения изображений. Признаки изображений и их свойства.	2
4.	Методы сопоставления фрагментов изображений.	2
5.	Параметрические модели – задачи и методы.	2
6.	Классификация изображений.	2
7.	Задание нейросетей. Многослойные и свёрточные нейросети.	2
8.	Эволюция признаков изображений в процессе обучения нейронной сети.	2
ИТОГО (всего - АЧ)		16

6.5. Тематический план клинических практических занятий:
- ФГОС не предусмотрены.

6.6. Тематический план семинаров:
- ФГОС не предусмотрены.

6.7. Виды и темы самостоятельной работы студента (СРС):

№ п/п	Виды и темы СРС*	Объем в АЧ
		семестр 8
1.	Физические основы методов диагностики (кт, мрт, узи). Работа с изображениями, полученными посредством кт, мрт, уз-диагностики. ДЗ, СДО, Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет	2
2.	Глобальные и локальные признаки изображений. ДЗ, СДО, Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет	4
3.	Классические методы классификации изображений. ДЗ, СДО, Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет	4
4.	Нейросетевые методы классификации изображений. ДЗ, СДО, Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет	4
ИТОГО (всего – АЧ)		14

*Виды самостоятельной работы: работа с литературными и иными источниками информации по изучаемому разделу, в том числе в интерактивной форме, выполнение заданий (ДЗ), предусмотренных рабочей программой (групповых и (или) индивидуальных) в форме написания рефератов, эссе, подготовки докладов, выступлений; подготовка к участию в занятиях в интерактивной форме (ролевые и деловые игры, тренинги, игровое проектирование, компьютерная симуляция, дискуссии), работа с электронными образовательными ресурсами, размещенными на образовательном портале Университета (СДО), подготовка курсовых работ и т.д.

6.8. Научно-исследовательская работа студента:
- ФГОС не предусмотрена.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

№ п/п	№ семестра	Формы контроля	Наименование раздела дисциплины	Оценочные средства		
				Виды	кол-во вопросов в задании	кол-во вариантов тестовых заданий
1	2	3	4	5	6	7
1	9	контроль	Основы	контрольная работа	1	10

2 3	9	освоения темы	формирования биомедицинских изображений, полученных посредством использования различных методов диагностики (кт, мрт, узи).	тестирование собеседование	8 2	1 10
4	9	контроль освоения темы	Введение в компьютерное зрение. Обработка изображений.	устный доклад	1	10
5	9			собеседование	2	10
6	9					
7	9	контроль освоения темы	Глобальные и локальные признаки изображений.	устный доклад	1	10
8	9			собеседование	2	10
9	9					
1 0	9	контроль освоения темы	Параметрические модели и классические методы классификации изображений. Нейросетевые методы классификации изображений. Представление и развитие архитектуры нейронных сетей.	устный доклад	1	10
1 1	9			собеседование	2	10
		контроль освоения темы		устный доклад	1	10
				собеседование	2	10
				контрольная работа	1	10

*формы текущего контроля: контроль самостоятельной работы студента (КСР), контроль освоения темы (КОТ); формы промежуточной аттестации (Пр.А): зачет.

ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Перечень вопросов к зачету

1. Физические принципы компьютерной томографии. Принципы получения кт-изображения.
2. Физические принципы магнитно-резонансной томографии. Принципы получения мрт-изображения.
3. Физические принципы ультразвуковой диагностики. Принципы получения уз-изображения
4. Для каких задач может потребоваться анализ изображений?
5. Зрительное восприятие человека.
6. Что такое цифровое изображение?
7. Модели цветовых пространств.
8. Пространственное и частотное представление изображений.
9. Спектральный анализ.
10. Гистограммы. Для чего может быть полезен анализ гистограмм?
11. Линейная и нелинейная фильтрация.
12. Пространственные и частотные фильтры.
13. Теорема о свертке.
14. Сглаживающие фильтры.
15. Фильтры повышения резкости.
16. Основы фильтрации и морфологии для выделения семантических компонент на изображении.
17. Применение простейших фильтров к изображениям.

18. Перечислите глобальные признаки изображений.
19. Текстовые и визуальные признаки. Комбинирование признаков.
20. Цветовые моменты. Цветовые гистограммы. Функции расстояния для гистограмм. Квантование пространства при построении гистограмм.
21. Квантование пространства при помощи кластеризации. Недостатки гистограмм. Гистограммы информации и пространственном расположении цветов.
22. Матрицы смежности.
23. Вейвлет-признаки.
24. Фильтр Габора. Фильтры разреженного кодирования.
25. Признаки формы. Признаки границы.
26. Методы сопоставления фрагментов изображений. Особые точки изображений. Свойства особые точек.
27. Сравнение изображений при помощи локальных признаков.
28. Угловые точки, их значимость. Детекторы угловых точек. Детектор Моравица. Детектор Харриса.
29. Многомасштабное представление изображений. Прореживающая выборка. Алиасинг.
30. Масштабно-независимые детекторы. Лапласиан гауссиана (LoG). Разность гауссианов (DoG). SIFT дескриптор.
31. Параметрические модели – задачи и методы.
32. Метод наименьших квадратов. Метод полных наименьших квадратов.
33. Робастные методы (М-оценки, RANSAC). Схемы голосования. Преобразование Хафа.
34. Типы классификации (бинарная, многоклассовая). Категории объектов. Распознавание категорий человеком.
35. Попиксельное сравнение. 16-NN. Колоризация. Признаки: BoW (мешок визуальных слов). Визуальные словари.
36. Методы машинного обучения для предсказания категории. Логистическая регрессия. SVM. Деревья.
37. Нейросети. Линейная модель МакКаллока-Питтса.
38. Градиентный спуск. Стохастический градиентный спуск.
39. Правила Хэбба и Розенблата.
40. Теорема Новикова.
41. Приближение функций нейросетью.
42. Задание нейросети. Многослойная нейросеть.
43. Линейный персептрон.
44. Алгоритм backpropagation.
45. Функции активации (сигмоид, гиперболический тангенс, ReLU, leaky ReLU).
46. Softmax-преобразование. Обучение весов. Minibatch.
47. Метод моментов.
48. Методы второго порядка.
49. Подбор шага.
50. Свёрточные сети.
51. Batch normalization layer.
52. Активации изображения на разных слоях.
53. Максимальный отклик фильтра.
54. t-SNE. Деконволюция нейронной сети.
55. Эволюция признаков изображений в процессе обучения нейронной сети.

Тестовые вопросы

1. Для КТ характерно:
 - а. введение в тело больного радиофармацевтического препарата;
 - б. облучение тела больного пучком рентгеновского излучения;

- в. трехмерная реконструкция накопления радионуклидов в организме;
- г. трехмерная реконструкция структур организма на основе различия в пропускании рентгеновских лучей.

2. Каналы, используемые для кодирования цвета пикселей и для воспроизведения цвета в дисплеях:
- а. желтый
 - б. зеленый
 - в. красный
 - г. синий

Примеры проверочной самостоятельной работы

1. Градационное преобразование вида $T(r) = ar + b$.
А) Реализуйте самостоятельно функцию градационного преобразования такого вида, просто с помощью попиксельного обхода изображения. Примените его к изображению Lena.jpg с параметрами $a = 2$, $b = 100$. Примените к исходному изображению стандартную функцию `convertTo` с теми же параметрами. Убедитесь, что получилось одно и то же.
Б) Примените градационное линейное преобразование $T(r) = ar + b$ к изображению Lena.jpg со следующими наборами параметров: 1) $a = 0.5$, $b = 0$; 2) $a = 1$, $b = -12$; 3) $a = 2$, $b = 0$; 4) $a = 2$, $b = -255$; 5) $a = 1$, $b = 125$.
Состыкуйте (при помощи конкатенации по всем трем каналам) результаты для вариантов 1) и 2) и для вариантов 3), 4), 5). Сохраните два полученных состыкованных изображения.
2. Загрузите изображение Lena.jpg. Переведите изображение в градации серого. Примените к серому изображению операцию линейного растяжения диапазона яркостей (`normalize`) и эквализации гистограммы (`equalizeHist`). Постройте разность полученных результатов. Состыкуйте в одно изображение в градациях серого результат линейного растяжения, эквализации и их разности. Сохраните полученное состыкованное изображение.
3. Реализуйте функцию добавления шума «соль и перец» для одноканального изображения. Входные параметры: `src` – исходная одноканальная матрица M at, p – вероятность замещения исходных значений на 0, q – вероятность замещения исходных значений на 255. Загрузите изображение Lena.jpg, выделите каналы изображения в отдельные матрицы (`split`), добавьте шум «соль и перец» в каждый канал при помощи реализованной Вами функции с параметрами: 1) $p = q = 0.05$; 2) $p = q = 0.1$; 3) $p = q = 0.15$. Сохраните полученные изображения.
4. Реализуйте функцию добавления аддитивного белого гауссова шума для одноканального изображения. Входные параметры: `src` – исходная одноканальная матрица M at, `mean` – математическое ожидание генерируемого шума, `stddev` – стандартное отклонение генерируемого шума. Для генерации шума можно воспользоваться функцией `randn`. Загрузите изображение Lena.jpg, выделите каналы изображения в отдельные матрицы (`split`), добавьте белый гауссов шум в каждый канал при помощи реализованной Вами функции с параметрами: 1) `mean = 0`, `stddev = 30`; 2) `mean = 0`, `stddev = 60`; 3) `mean = 50`, `stddev = 30`. Сохраните полученные изображения.

Примеры зачетных билетов

ФГБОУ ВО ПИМУ МЗ России КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ БИОФИЗИКИ

Билет № 1

1. Пространственное и частотное представление изображений.
2. Матрицы смежности.

ФГБОУ ВО ПИМУ МЗ России КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ БИОФИЗИКИ

Билет № 2

1. Теорема о свертке.
2. Градиентный спуск. Стохастический градиентный спуск.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (печатные, электронные издания, интернет и другие сетевые ресурсы).

8.1. Перечень основной литературы:

№ п/п	Наименование согласно библиографическим требованиям	Количество экземпляров	
		На кафедре	В библиотеке
1.	Владимир Селянкин: Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений. Издательство: Лань, 2021 г.	—	Электронное издание

**перечень основной литературы должен содержать учебники, изданные за последние 10 лет (для дисциплин гуманитарного, социального и экономического цикла за последние 5 лет), учебные пособия, изданные за последние 5 лет.*

8.2. Перечень дополнительной литературы:

№ п/п	Наименование согласно библиографическим требованиям	Количество экземпляров	
		На кафедре	В библиотеке
1.	Image Processing, Analysis and Machine Vision M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle Brooks/Cole Publishing Company, 1999	Электронное издание	—
2.	Тарик Рашид. Создаем нейронную сеть. : Пер. с англ. — СПб. : ООО "Альфа-книга", 2017. — 272 с. : ил. — Парал. тит. англ. ISBN 978-5-9909445-7-2 (рус.). 274 с.	Электронное издание	—

**дополнительная литература содержит дополнительный материал к основным разделам программы дисциплины.*

8.3. Перечень методических рекомендаций для самостоятельной работы студентов:

№ п/п	Наименование согласно библиографическим требованиям	Количество экземпляров	
		на кафедре	в библиотеке

1.	Tinku Acharya, Ajoy K. Ray. Image Processing: Principles and Applications. 2005, 452 Pages. ISBN: 978-0-471-71998-4	Электронное издание	-
----	---	---------------------	---

8.4. Электронные образовательные ресурсы, используемые в процессе преподавания дисциплины:

8.4.1. Внутренняя электронная библиотечная система университета (ВЭБС)*

Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Количество пользователей
Внутренняя электронная библиотечная система (ВЭБС)	Труды профессорско-преподавательского состава академии: учебники и учебные пособия, монографии, сборники научных трудов, научные статьи, диссертации, авторефераты диссертаций, патенты.	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет, по индивидуальному логину и паролю [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://95.79.46.206/login.php	Не ограничено

8.4.2. Электронные образовательные ресурсы, приобретаемые университетом

Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Количество пользователей
Электронная база данных «Консультант студента»	Учебная литература + дополнительные материалы (аудио-, видео-, интерактивные материалы, тестовые задания) для высшего медицинского и фармацевтического образования. Издания, структурированы по специальностям и дисциплинам в соответствии с действующими ФГОС ВПО.	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет, по индивидуальному логину и паролю [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/	Общая подписка ПИМУ
Электронная библиотечная система «Букап»	Учебная и научная медицинская литература российских издательств, в т.ч. переводы зарубежных изданий.	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет по логину и паролю, с компьютеров академии. Для чтения доступны издания, на которые оформлена подписка. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.books-up.ru/	Общая подписка ПИМУ
«Библиопоиск»	Интегрированный поисковый сервис «единого окна» для электронных каталогов, ЭБС и полнотекстовых баз данных. Результаты единого поиска в демоверсии включают	Для ПИМУ открыт доступ к демоверсии поисковой системы «Библиопоиск»: http://bibliosearch.ru/pimu .	Общая подписка ПИМУ

	документы из отечественных и зарубежных электронных библиотек и баз данных, доступных университету в рамках подписки, а также из баз данных открытого доступа.		
Отечественные электронные периодические издания	Периодические издания медицинской тематики и по вопросам высшей школы	- с компьютеров академии на платформе электронной библиотеки eLIBRARY.RU -журналы изд-ва «Медиасфера» -с компьютеров библиотеки или предоставляются библиотекой по заявке пользователя [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elibrary.ru/	
Международная наукометрическая база данных «Web of Science Core Collection»	Web of Science охватывает материалы по естественным, техническим, общественным, гуманитарным наукам; учитывает взаимное цитирование публикаций, разрабатываемых и предоставляемых компанией «Thomson Reuters»; обладает встроенными возможностями поиска, анализа и управления библиографической информацией.	С компьютеров ПИМУ доступ свободный [Электронный ресурс] – Доступ к ресурсу по адресу: http://apps.webofknowledge.com	С компьютеров ПИМУ доступ свободный

8.4.3 Ресурсы открытого доступа

Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа
Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ)	Включает электронные аналоги печатных изданий и оригинальные электронные издания, не имеющие аналогов, зафиксированных на иных носителях (диссертации, авторефераты, книги, журналы и т.д.). [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://нэб.рф/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты научных статей и публикаций. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elibrary.ru/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет.
Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка	Полные тексты научных статей с аннотациями, публикуемые в научных журналах России и ближнего зарубежья. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
Российская государственная библиотека (РГБ)	Авторефераты, для которых имеются авторские договоры с разрешением на их открытую публикацию [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.rsl.ru/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет

Справочно-правовая система «Консультант Плюс»	Федеральное и региональное законодательство, судебная практика, финансовые консультации, комментарии законодательства и др. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
Официальный сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации	Национальные клинические рекомендации [Электронный ресурс] – Режим доступа: cg.rosminzdrav.ru - Клинические рекомендации	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
Официальный сайт Российского научного общества терапевтов	Современные материалы и клинические рекомендации по диагностике и лечению заболеваний внутренних органов [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.rnmot.ru – Российское научное общество терапевтов	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Учебные аудитории для проведения учебных занятий по дисциплине-оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

10. Лист изменений в рабочей программе дисциплины «ОБРАБОТКА БИОМЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ»

№	Дата внесения изменений	№ протокола заседания кафедры, дата	Содержание изменения	Подпись