

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education  
«National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod»**

Институт информационных технологий, математики и механики

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Working programme of the discipline**

Image processing

---

Higher education level

Bachelor degree

---

Area of study / speciality

02.03.02 - Fundamental Informatics and Information Technology

---

Focus /specialization of the study programme

General Profile

---

Mode of study

full-time

---

Nizhny Novgorod

Year of commencement of studies 2024

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.12 Обработка изображений относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-4: Способен проектировать программное обеспечение	<p>ПК-4.1: Знает типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения</p> <p>ПК-4.2: Знает методы и средства проектирования программного обеспечения</p> <p>ПК-4.3: Знает методы и средства проектирования баз данных</p> <p>ПК-4.4: Умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения</p> <p>ПК-4.5: Умеет применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных</p>	<p>ПК-4.1: Знает типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения обработки изображений/ Knows typical solutions, libraries of software modules, templates, classes of objects used in the development of Image processing software</p> <p>ПК-4.2: Знает методы и средства проектирования программного обеспечения обработки изображений./ Knows methods and tools for designing Image processing software</p> <p>ПК-4.3: -</p> <p>ПК-4.4: Умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения обработки изображений./ Is able to use existing standard solutions and Image processing</p>	<p>Задачи</p> <p>Собеседование</p> <p>Тест</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<i>software design templates</i>  ПК-4.5: <i>Умеет применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных для обработки изображений/</i> <i>Is able to apply methods and tools for designing Image processing software, data structures and open libraries.</i>		
--	--	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>24</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>24</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>23</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Введение. Обработка изображений в информационных	4	2		2	2

системах/Introduction. Image processing in information systems.					
Реконструкция изображений и удаление шума/Reconstruction of images and noise removal	8	3	3	6	2
Введение в анализ информации, содержащейся в изображении/Introduction to the analysis of the information contained in the image	8	3	3	6	2
Выделение контуров объекта и типовых форм/Highlighting the contours of the object and standard forms	8	3	3	6	2
Сегментация изображений/Image segmentation	8	3	3	6	2
Анализ области после сегментации/Analysis of the region after segmentation	7	2	3	5	2
Преобразование Фурье в обработке изображений/Fourier conversion in image processing	7	2	3	5	2
Вейвлеты, фильтры Габора и зрение человека/Owls, gabor filters and human vision	7	2	2	4	3
Ресэмплинг. Сжатие изображений/Resembly. Squeezing images	7	2	2	4	3
Текстурный анализ изображений/Textual analysis of images	7	2	2	4	3
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	24	24	49	23

### Contents of sections and topics of the discipline

#### 1. Введение. Обработка изображений в информационных системах

Обработка изображений сегодня, ее место в компьютерной графике и зрении. Задачи, курсы, ресурсы, сообщества. Рабочий план курса. Литература и образовательные Интернет-ресурсы. Задачи обработки изображений, решаемые компьютерной графикой в растровых системах. Обзор современного аппаратного обеспечения, видеокарта компьютера. Общая характеристика OpenCV./

#### 1. Introduction. Image processing in information systems.

Image processing today, its place in computer graphics and vision. Tasks, courses, resources, communities. Course work plan. Literature and educational Internet resources. Image processing tasks solved by computer graphics in raster systems. Overview of modern hardware, computer video card. General characteristics of OpenCV./

#### 2. Реконструкция изображений и удаление шума

Коррекция яркости/контраста изображения. Линейная коррекция. Примеры успеха и неуспеха линейной коррекции. Нелинейная коррекция. Гамма-коррекция. Компенсация разности освещения. Модели шума. Понятие фильтрации. Методы математической морфологии. Применение низкочастотной фильтрации для выделения интенсивности освещения из изображения. Алгоритм коррекции разности освещения. Фильтр Гаусса как низкочастотный фильтр. Операция «свертка» (convolution). Усреднение (среднее арифметическое, геометрическое, гармоническое). Статистические методы фильтрации (медианный фильтр, нахождение минимумов и максимумов, нахождение средней точки и т.п.) Фильтр Гаусса (gaussian blurring). Билатеральный фильтр. Фильтр нелокальных средних./

#### 2. Reconstruction of images and noise removal

Correction of image brightness/contrast. Linear correction. Examples of success and failure of linear correction. Nonlinear correction. Gamma correction. Compensation for illumination differences. Noise models. The concept of filtration. Methods of mathematical morphology. Application of low-pass filtering to extract illumination intensity from an image. Algorithm for correction of illumination differences. Gaussian filter as a low-pass filter. Convolution operation. Averaging (arithmetic mean, geometric mean, harmonic mean). Statistical filtering methods (median filter, finding minimums and maximums, finding the midpoint, etc.)

Gaussian blurring. Bilateral filter. Non-local average filter.

### 3. Введение в анализ информации, содержащейся в изображении

Основы анализа информации, содержащейся в изображении. Задачи на основе анализа бинарных изображений: в медицине; дефектоскопии; видеонаблюдении (анализ подвижных объектов, обнаружение лиц); устранение дефектов киноплёнки. Методы бинаризации: пороговая бинаризация, адаптивная бинаризация, метод треугольника, анализ симметричного пика гистограммы, метод Отсу. Дистанция Махаланобиса (Mahalanobis distance)./

### 3. Introduction to the analysis of information contained in an image

Basics of image data analysis. Tasks based on binary image analysis: in medicine; flaw detection; video surveillance (analysis of moving objects, face detection); elimination of film defects. Binarization methods: threshold binarization, adaptive binarization, triangle method, symmetrical histogram peak analysis, Otsu method. Mahalanobis distance

### 4. Выделение контуров объекта и типовых форм

Выделение контуров объекта. Выделение точек контура. Градиент и его приближения. Приближения (маски) Робертса, Превитта и Собеля. Метод Санны. Выделение типовых геометрических форм (прямых, окружностей, эллипсов,...) заданных параметрически. Фазовое пространство. Преобразование Хафа (Hough)./

### 4. Selecting item contours and standard shapes

Detection of object contours. Detection of contour points. Gradient and its approximations. Roberts, Prewitt and Sobel approximations (masks). Canny method. Detection of typical geometric shapes (lines, circles, ellipses,...) specified parametrically. Phase space. Hough transform.

### 5. Сегментация изображений

Понятие кластеризации. Мера пиковости. Недостатки гистограмм. Улучшение плохих гистограмм. Зашумленность и сглаживание. Адаптивная классификация. Метод Отсу (Otsu) и Мульти Отсу. Метод k-средних. Понятие связности. Разметка связных областей. Алгоритм разрастания регионов (Region growing). Алгоритм разбиения областей (split). Разбиение областей на основе гистограммы. Алгоритмы слияния, алгоритм фагоцита. Алгоритмы разбиения и слияния (split and merge). Сравнение с разрастанием регионов. Алгоритм водораздела (watershed). Алгоритм «погружения» (immersion). Алгоритм спуска в локальный минимум (tobogganing). Метод трансформации изображения в расстояния до ближайшей границы (distance transform). Граф и изображение. Критерии «похожести» пикселей. Сегментация с помощью разрезов графа. Минимальный, наилучший и нормализованный (normalized cut) разрезы графа. Минимальный нормализованный разрез графа. Комбинированные методы. Метод морфологических амёб (Morphological amoebas).

Параметрические деформируемые модели. Геометрические деформируемые модели. Level set методы. Метод активного контура /

### 5. Image segmentation

The concept of clustering. The measure of peakiness. Disadvantages of histograms. Improving bad histograms. Noise and smoothing. Adaptive classification. Otsu and Multi-Otsu. The k-means method. The concept of connectivity. Labeling connected regions. Region growing algorithm. The split algorithm. Histogram-based region splitting. Merge algorithms, the phagocyte algorithm. Split and merge algorithms. Comparison with region growing. The watershed algorithm. The immersion algorithm. The tobogganing algorithm. The distance transform method. Graph and image. Pixel "similarity" criteria. Segmentation using graph cuts. Minimum, best and normalized graph cuts. Minimum normalized graph cut. Combined methods. Morphological amoebas method. Parametric deformable models. Geometric deformable models. Level set methods. Active contour method.

### 6. Анализ области после сегментации

Анализ формы и параметров связных областей. Характеристики: граница области; площадь; количество «дырок» внутри; центр масс; периметр; компактность; моменты; ориентация главной оси; цвет/яркость. Инвариантные характеристики, моменты М.К.Ну. Анализ с помощью интегральных проекций.

Перспективы применения методов машинного обучения./

Analysis of the shape and parameters of connected regions. Characteristics: region boundary; area; number of "holes" inside; center of mass; perimeter; compactness; moments; orientation of the main axis; color/brightness. Invariant characteristics, moments M.K.Hu. Analysis using integral projections. Prospects for applying machine learning methods.

#### 7. Преобразование Фурье в обработке изображений

Двумерное дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и свойство сепарабельности. ДПФ и быстрое преобразование Фурье (БПФ). Правила корректного применения ДПФ для дискретных непериодических изображений. Теорема Котельникова. Окна Хэмминга (Hamming window) и Блэкмана (Blackman window). Спектральный анализ изображений на основе ДПФ. Быстрая свертка и корреляция. Теорема свертки. Фильтрация на основе теоремы свертки. Деконволюция. Фильтр Винера/

#### 7. Fourier Transform in image processing

Two-dimensional discrete Fourier transform (DFT) and separability property. DFT and fast Fourier transform (FFT). Rules for correct application of DFT for discrete non-periodic images. Kotelnikov's theorem. Hamming and Blackman windows. Spectral analysis of images based on DFT. Fast convolution and correlation. Convolution theorem. Filtering based on convolution theorem. Deconvolution. Wiener filter.

#### 8. Вейвлеты, фильтры Габора и зрение человека

Вейвлеты как основа многомасштабного представления изображений. Понятие вейвлетов Хаара и вейвлетов Коэна-Добеши. Фильтры Габора как преобразования с 5 пространственными параметрами. Аналогия между фильтрами Габора и вейвлетами (вейвлеты Габора). Система фильтров, лежащая в основе зрения человека, и ее интерпретация в терминах вейвлетов./

Wavelets as a Basis for Multiscale Image Representation. The Concept of Haar Wavelets and Cohen-Daubechies Wavelets. Gabor Filters as Transformations with 5 Spatial Parameters. Analogy between Gabor Filters and Wavelets (Gabor Wavelets). The Filter System Underlying Human Vision and Its Interpretation in Terms of Wavelets.

#### 9. Ресэмплинг. Сжатие изображений

Изменение размеров (resampling) изображений. Downsampling и upsampling. Основные методы ресэмплинга: ближайшего соседа, билинейная интерполяция, бикубическая интерполяция, фильтр Ланцоша. Сжатие изображений. Сжатие без потерь (кодирование). Сжатие с потерями. Код Хаффмана. Алгоритм Лемпеля-Зива-Велча. Кодирование длин серий. Кодирование с линейным предсказанием. Пирамидальное сжатие. Пирамиды Лапласианов. Перевод изображений из одного формата в другой./

#### 9. Resampling. Image Compression

Resizing (resampling) images. Downsampling and upsampling. The main resampling methods are nearest neighbor, bilinear interpolation, bicubic interpolation, and the Lanczos filter. Image compression. Lossless compression (encoding). Lossy compression. The Huffman code. The Lempel-Ziv-Welch algorithm. Encoding of series lengths. Linear prediction coding. Pyramidal compression. Pyramids of Laplacians.

#### 10. Текстуальный анализ изображений

Структурный анализ. Понятие текселя. Диаграмма Вороного. Статистический анализ. Использование пирамид изображений. Текстуальные характеристики Лавса. Оптический поток. Выделение признаков на изображении. Анализ Фурье. Марковские случайные поля. Graphcut текстуры./

#### 10. Textual analysis of images

Structural analysis. The concept of Texel. Voronov's diagram. Statistical analysis. Using images pyramids. Texture characteristics. Optical stream. Highlighting signs in the image. Fourier analysis. Markov random fields. Graphcut Textures.

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

1. Gonzalez, R. C. and Woods, R. E. [2018]. Digital Image Processing, 4rd ed., Prentice Hall, (Image Processing techniques using OpenCV and Python) (<https://dl.icdst.org/pdfs/files4/01c56e081202b62bd7d3b4f8545775fb.pdf>).
2. William K. Pratt. Digital Image Processing. Digital Image Processing: PIKS Inside, Third Edition. Copyright © 2001 John Wiley & Sons, Inc. 0-471-22132-5 (Electronic) (exist a colored one), ([https://nana.lecturer.pens.ac.id/index\\_files/referensi/image\\_processing/Digital%20Image%20Processing.pdf](https://nana.lecturer.pens.ac.id/index_files/referensi/image_processing/Digital%20Image%20Processing.pdf))

## 5. Assessment tools for ongoing monitoring of learning progress and interim certification in the discipline (module)

### 5.1 Model assignments required for assessment of learning outcomes during the ongoing monitoring of learning progress with the criteria for their assessment:

#### 5.1.1 Model assignments (assessment tool - Tasks) to assess the development of the competency ПК-4:

Задача 1. Бинаризация изображений. Реализация каждой группой заданного алгоритма бинаризации, тестирование реализаций на заданном наборе тестовых изображений. Обоснование работы алгоритма, подтверждение на практике преимуществ и недостатков алгоритма./

Task 1. Image binarization. Implementation of a given binarization algorithm by each group, testing of implementations on a given set of test images. Justification of the algorithm, confirmation of the algorithm's advantages and disadvantages in practice.

Задача 2. Ресэмплинг. Реализация каждой группой заданного алгоритма ресэмплинга, тестирование реализаций на заданном наборе тестовых изображений. Сравнение с результатами других групп, обсуждение результатов./

Task 2. Resampling. Implementation of a given resampling algorithm by each group, testing of implementations on a given set of test images. Comparison with the results of other groups, discussion of the results.

#### Assessment criteria (assessment tool — Tasks)

Grade	Assessment criteria
pass	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Результаты работы представлены преподавателю в срок. / All or most of the stages of solving the problem have been completed, or the problem has been solved with minor flaws. The results of the work have been presented to the teacher on time.
fail	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, получен неверный ответ, результаты работы не представлены преподавателю). / Not all practical tasks were completed or were not completed in full (an incomplete description of the stages of completing the tasks was provided, an incorrect answer was received, the results of the work were not presented to the teacher).

### 5.1.2 Model assignments (assessment tool - Interview) to assess the development of the competency ПК-4:

1. Обработка изображений сегодня, ее место в компьютерной графике и зрении. Задачи обработки изображений, решаемые компьютерной графикой в растровых системах. Обзор современного аппаратного обеспечения, видеокарта компьютера. / Image processing today, its place in computer graphics and vision. Image processing tasks solved by computer graphics in raster systems. Overview of modern hardware, computer video card.
2. Методы цветокоррекции изображений / Methods of color correction of images./
3. Модели шума и алгоритмы устранения шума на изображении. Понятие свертки / Noise models and algorithms for eliminating noise in the image. The concept of convolution.
4. Методы бинаризации изображений и перевод цветного изображения в полутоновое / Methods of image binarization and conversion of a color image to grayscale
5. Методы выделения контуров на изображении. Градиент изображения / Methods for selecting contours in an image. The gradient of the image.
6. Выделение типовых геометрических форм (прямых, окружностей, эллипсов,...) заданных параметрически. Преобразование Хафа. / Selection of typical geometric shapes (lines, circles, ellipses,...) defined parametrically. Hough transform.
7. Методы сегментации изображения. Понятие связности. Разметка связных областей. Алгоритм разрастания регионов. / Image segmentation methods. The concept of connectivity. Marking up connected areas. The algorithm of regional expansion.

### Assessment criteria (assessment tool — Interview)

Grade	Assessment criteria
pass	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок./ The student gave a detailed answer to all the questions without significant errors.
fail	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале./ When answering, the student makes gross mistakes in the main material.

### 5.1.3 Model assignments (assessment tool - Test) to assess the development of the competency ПК-4:

1. Какое минимальное количество бит необходимо для хранения серого изображения размером 256 x 256 пикселей (количество уровней интенсивности - 32)?

What is the minimum number of bits needed to store a gray image of 256 x 256 pixels (number of intensity levels - 32)?

2. Назовите основные этапы работы алгоритма Canny / Name the main stages of the Canny algorithm.

3. Фильтр нижних частот используется для того, чтобы:

- оставить нижние частоты в изображении

- оставить верхние частоты в изображении

- обеспечить линейный переход от нижних частот к верхним /

A low-pass filter is used to:

- leave the lower frequencies in the image
- leave the upper frequencies in the image
- provide a linear transition from the lower frequencies to the upper ones

4. При кодировании данных мы используем

- Фиксированную длину кодового слова
- Переменную длину кодового слова
- Кодовое слово занимает 1 байт
- И фиксированную и переменную длину кодового слова./

When encoding data, we use

- Fixed codeword length
- Variable codeword length
- The codeword takes up 1 byte
- Both fixed and variable codeword lengths.

#### Assessment criteria (assessment tool — Test)

Grade	Assessment criteria
pass	как минимум 80% правильных ответов в тесте/ at least 80% correct answers in the test
fail	менее 80% правильных ответов в тесте/ less than 80% correct answers in the test

#### 5.2. Description of scales for assessing learning outcomes in the discipline during interim certification

##### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки . Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки . Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки и. Ошибок	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	отказа обучающегося от ответа		ошибок	несколько негрубых ошибок	несколько несущественных ошибок	нет.	
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Scale of assessment for interim certification

Grade		Assessment criteria
pass	<b>outstanding</b>	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "outstanding", the knowledge and skills for the relevant competencies have been demonstrated at a level higher than the one set out in the programme.
	<b>excellent</b>	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "excellent",
	<b>very good</b>	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "very good",
	<b>good</b>	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "good",
	<b>satisfactory</b>	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "satisfactory", with at least one competency developed at the "satisfactory" level.
fail	<b>unsatisfactory</b>	At least one competency has been developed at the "unsatisfactory" level.
	<b>poor</b>	At least one competency has been developed at the "poor" level.

### **5.3 Model control assignments or other materials required to assess learning outcomes during the interim certification with the criteria for their assessment:**

#### **5.3.1 Model assignments (assessment tool - Control questions) to assess the development of the competency ПК-4**

1. Методы цветокоррекции изображений./ Methods of image color correction.
2. Модели шума, количественная оценка шума и алгоритмы устранения шума на изображении. Понятие свертки./ Noise models, quantitative noise assessment and algorithms for eliminating noise in images. The concept of convolution.
3. Методы бинаризации изображений и перевод цветного изображения в полутоновое. / Methods of image binarization and converting a color image to grayscale.
4. Методы выделения контуров на изображении. Градиент изображения./ Methods of image contour detection. Image gradient.
5. Выделение типовых геометрических форм (прямых, окружностей, эллипсов,...) заданных параметрически. Преобразование Хафа./ Detection of typical geometric shapes (lines, circles, ellipses, ...) specified parametrically. Hough transform.
6. Методы сегментации изображения. Понятие связности. Разметка связных областей. Алгоритм разрастания регионов./ Methods of image segmentation. The concept of connectivity. Marking up connected regions. Region expansion algorithm.
7. Методы сегментации изображения. Алгоритм разбиения областей (split). Разбиение областей на основе гистограммы. Алгоритмы слияния, алгоритм фагоцита. Алгоритмы разбиения и слияния (split and merge)./ Methods of image segmentation. Split algorithm. Histogram-based region partitioning. Fusion algorithms, phagocyte algorithm. Split and merge algorithms.
8. Методы сегментации изображений. Алгоритм водораздела (watershed). Алгоритм «погружения» (immersion). Алгоритм спуска в локальный минимум (tobogganing). Метод трансформации изображения в расстояния до ближайшей границы (distance transform). / Methods of image segmentation. Watershed algorithm. Immersion algorithm. Tobogganing algorithm. Distance transform method.
9. Методы сегментации изображений. Графовые алгоритмы./ Image segmentation methods. Graph algorithms.
10. Анализ формы и параметров связных областей. Инвариантные и неинвариантные характеристики./ Analysis of shape and parameters of connected regions. Invariant and non-invariant characteristics.

## Assessment criteria (assessment tool — Control questions)

Grade	Assessment criteria
pass	Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами./ The student answered most of the questions, possibly with minor flaws
fail	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач./ When answering, the student makes gross mistakes in the basic material and solving standard tasks

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Dr. Menua Gevorgyan. OpenCV 4 with Python Blueprints : Build Creative Computer Vision Projects with the Latest Version of OpenCV 4 and Python 3. - Packt Publishing, 2020. - 1 online resource. - ISBN 9781789617634. - ISBN 9781789801811. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=854179&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Методы сжатия изображений / Ватолин Д.С. - Москва : ИНТУИТ, 2016., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=662988&idb=0>.
2. Joseph Howse. Learning OpenCV 4 Computer Vision with Python 3 : Get to Grips with Tools, Techniques, and Algorithms for Computer Vision and Machine Learning. - Packt Publishing, 2020. - 1 online resource. - ISBN 9781789530643. - ISBN 9781789531619. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=854178&idb=0>.
3. Efford, Nick. Digital image processing : a practical introduction using Java. - Harlow : Addison-Wesley, 2000. - XXIII, 340 p. - ISBN 0-201-59623-7 : 2272-00., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. William K. Pratt. Digital Image Processing. Digital Image Processing: PIKS Inside, Third Edition. Copyright © 2001 John Wiley & Sons, Inc. 0-471-22132-5 (Electronic) (exist a colored one) [https://nana.lecturer.pens.ac.id/index\\_files/referensi/image\\_processing/Digital%20Image%20Processing.pdf](https://nana.lecturer.pens.ac.id/index_files/referensi/image_processing/Digital%20Image%20Processing.pdf)
2. Gonzalez, R. C. and Woods, R. E. [2018]. Digital Image Processing, 4rd ed., Prentice Hall, (Image Processing techniques using OpenCV and Python) <https://dl.icdst.org/pdfs/files4/01c56e081202b62bd7d3b4f8545775fb.pdf>.
3. Official OpenCV website (<http://opencv.org>)
4. Handbook of Medical Imaging, Volume 2. Medical Image Processing and Analysis <http://ebooks.spiedigitallibrary.org/book.aspx?bookid=180> Published: 2000 <https://doi.org/10.1117/3.831079>
5. Emgu CV: a cross platform .Net wrapper to the OpenCV image processing library (with the GNU GPL license v3, <http://www.emgu.com/>)

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Fundamental Informatics and Information Technology.

Авторы: Турлапов Вадим Евгеньевич, доктор технических наук, доцент

Носова Светлана Александровна.

Заведующий кафедрой: Мееров Иосиф Борисович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.