

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
прикладной математики и  
информатики**

**А.М. Райгородский**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Индустриальные распознающие системы
<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра когнитивных технологий
<b>курс:</b>	4
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.С. Григорьев

Программа обсуждена на заседании кафедры когнитивных технологий 04.03.2020

## Аннотация

В рамках дисциплины слушатели изучают современные методы и практики построения программного обеспечения индустриальных распознающих систем. Актуальность дисциплины определяется возрастающей популярностью технологических решений на основе систем оптического распознавания, а также усложнением задач, решаемых распознающими системами на промышленном уровне. В курсе студенты изучают способы компьютерного представления визуальной информации, овладевают методами обработки, анализа и извлечения содержательной информации из оцифрованного графического представления с применением аппарата и методов теории обработки и анализа изображений, распознавания. Решение практических задач способствует выработке практических навыков программирования с использованием технологий и инструментов, применяемых при разработке индустриальных распознающих систем.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

Изучение современных методов построения программного обеспечения распознающих систем и систем интеллектуальной обработки больших информационных массивов.

#### Задачи дисциплины

- Изучение способов компьютерного представления визуальной и аудио информации; овладение методами обработки, анализа и извлечения содержательной информации из оцифрованного графического или звукового сигнала с применением аппарата и методологии теории распознавания.
- выработка практических навыков программирования с использованием технологий и инструментов, применяемых при разработке индустриальных систем технического зрения.
- подготовка к участию в научных семинарах, научно-технических конференциях и симпозиумах, составлению научных обзоров, рефератов и библиографии по тематике исследований.
- подготовка к оказанию консалтинговых услуг по данной тематике.
- подготовка к участию в международных проектах по тематике дисциплины.
- подготовка к участию в разработке корпоративной политики и мероприятиях в области повышения социальной ответственности бизнеса перед обществом, включая разработку и реализацию решений, направленных на поддержку социально-значимых проектов.
- совершенствование и расширение общенаучной базы. Повышение уровня общекультурного и нравственного совершенствования своей личности.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации
	ПК-2.2 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого научного коллектива
	ПК-2.3 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Фундаментальные концепции и алгоритмы теории распознавания образов и обработки изображений; жизненный цикл индустриальных распознающих систем; основные технологии и инструментальные средства программирования, используемые при построении распознающих систем.

уметь:

Использовать новые знания и применять их в профессиональной деятельности при решении научно-исследовательских и прикладных задач.

владеть:

Технологиями программирования распознающих систем на языках C++ и Python; приемами использования готовых библиотек обработки изображений и распознающих модулей; основами методологии построения индустриальных кроссплатформенных распознающих систем; методиками специализации распознающих алгоритмов под конкретные задачи.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в разработку индустриальных систем распознавания	2	2		3
2	Программирование на языке C++	2	2		3
3	Программирование на языке Python	2	2		3
4	Анализ видеоизображений	2	2		3
5	Обучение машин	2	2		3
6	Разработка ПО для управления роботами	2	2		3
7	Основы обработки изображений	3	3		3
8	Библиотеки обработки изображений	3	3		3
9	Фильтрация изображений	3	3		3
10	Применение морфологических фильтров	3	3		1
11	Трехмерное зрение	3	3		1
12	Устойчивые точки изображений	3	3		1
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 8 (Весенний)

###### 1. Введение в разработку индустриальных систем распознавания

1. Сложность распознающих систем как программно-аппаратных комплексов на примере. 3 уровня готовности распознающей системы.
2. Инженерно-технологическая база. Особенности программирования распознающих систем. Особенности программирования на C++. Выбор конкретной платформы для курса: C++, CMake, boost.
3. Основы командной работы с кодом. Необходимость введения проектных стандартов. Системы управления версиями. Subversion, Git.

###### 2. Программирование на языке C++

1. Приемы эффективной работы с инструментарием C++ в ОС Linux. Система сборки CMake.
  2. Основные проблемы портирования кода между различными операционными системами и процессорными архитектурами. Библиотеки Boost и распознавания объектов. Алгоритм Random Ferns.
3. Программирование на языке Python
1. Основные понятия системы Python. Основные средства: virtualenv, pdb.
  2. Применимость Python в обработке изображений и распознавании образов
  3. Базовые математические библиотеки. NumPy, SciPy, PyTables
  4. Библиотеки визуализации. Matplotlib, VTK
  5. Библиотеки обработки изображений и распознавания образов. PIL, OpenCV, scikits, mahotas.
  6. FFI: использование функций на C / C++ из кода на Python. Cython.
4. Анализ видеоизображений
1. Основы работы с видеоизображениями и видеопотоками. Сжатие видеоизображений. Интерфейсы управления видеоисточниками.
  2. Задача определения движения. Оптический поток. Сегментация объект-фон.
5. Обучение машин
1. Общие понятия обучения машин. Место обучения машин в распознавании образов. Переобучение. Кросс-валидация и критерий прекращения обучения.
  2. Поиск k ближайших соседей. Аппроксимации. Библиотека FLANN. Применение FLANN для текстурного синтеза.
  3. Нейронные сети. Перцептрон, полносвязный каскад, сверточные сети. Библиотека FANN, инструментарий cudaconvnet.
  4. Алгоритмы типа Виолы-Джонса и локальных бинарных шаблонов. Идея распознающего каскада. Возможные модификации для повышения робастности.
  5. Проблема до обучения. Гибридные каскадные классификаторы.
6. Разработка ПО для управления роботами
1. Требования к программной инфраструктуре роботов, использующих техническое зрение.
  2. Вспомогательная функциональность в распознающем ПО: протоколирование, сериализация, конфигурация.
  3. Robot Operating System (ROS). Базовая функциональность, основные понятия, средства отладки.
  4. Программирование с использованием ROS.
7. Основы обработки изображений
1. Формирование цифровых изображений. Физический смысл значения пиксела. Источники искажений. Гамма-кодирование. Модель «мондриан».
  2. Основы работы с изображениями. Представления изображений в памяти и на диске. Сжатие изображений. Композитное сжатие (mixed raster content).
8. Библиотеки обработки изображений
1. Принципы высокопроизводительной обработки изображений на современных вычислительных архитектурах.
  2. OpenCV
  3. Leptonica
  4. MinImg

## 9. Фильтрация изображений

1. Классификация фильтров.
2. Линейные фильтры. Свертки. Градиенты. Единственность гауссовского ядра.
3. Нелинейные фильтры. Билатеральный фильтр. Морфологические фильтры. Hit-miss transform

## 10. Применение морфологических фильтров

1. Восстановление/устранение фонового изображения
2. Распознавание объектов через hit-miss transform.

## 11. Трехмерное зрение

1. Геометрическая модель камеры: камера-обскуры, радиальная дисторсия.
2. Калибровка камеры в OpenCV
3. Восстановление положения камеры по образам известных объектов.
4. Восстановление трехмерной структуры по бинокулярным изображениям.
5. Задача Bundle Adjustment и монокулярное стереозрение.

## 12. Устойчивые точки изображений

1. Понятие об устойчивых особых точках. Общая структура алгоритмов. Конкретные реализации: SIFT, SURF, ORB, A-SIFT.
2. Использование особых точек для сопоставления изображений. Склеивание панорам и родственные задачи. OpenCV Image Stitching Pipeline.
3. Использование особых точек для поиска и распознавания объектов. Алгоритм Random Ferns.

## 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная компьютерами.

## 6. Перечень рекомендуемой литературы

### Основная литература

1. Основы работы с Linux [Текст], учебный курс [для студентов вузов] /Н. М. Войтов. -М., ДМК Пресс, 2016
2. Программирование на С и С++ : Практикум [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. В. Крячков, И. В. Сухина, В. К. Томшин .— М. : Горячая линия-Телеком, 2000 .— 344 с.

### Дополнительная литература

1. Языки программирования [Текст] / Г. Л. Хелмс ; пер. с англ. Б. А. Кузьмина - М. Радио и связь, 1985

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Информатика и вычислительная техника

**профиль подготовки:** Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики  
кафедра когнитивных технологий

**курс:** 4

**квалификация:** бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** А.С. Григорьев

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации
	ПК-2.2 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого научного коллектива
	ПК-2.3 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Индустриальные распознающие системы» обучающийся должен:

### знать:

Фундаментальные концепции и алгоритмы теории распознавания образов и обработки изображений; жизненный цикл индустриальных распознающих систем; основные технологии и инструментальные средства программирования, используемые при построении распознающих систем.

### уметь:

Использовать новые знания и применять их в профессиональной деятельности при решении научно-исследовательских и прикладных задач.

### владеть:

Технологиями программирования распознающих систем на языках C++ и Python; приемами использования готовых библиотек обработки изображений и распознающих модулей; основами методологии построения индустриальных кроссплатформенных распознающих систем; методиками специализации распознающих алгоритмов под конкретные задачи.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Перечень вопросов для промежуточного контроля:

1. Подбор оптимальных алгоритмов и параметров бинаризации изображений документов.
2. Сегментация текстовых строк на изображениях документов.
3. Детектирование зоны о ориентации текстовых документов на изображениях.
4. Оценка качества изображений кадров видеопотока.
5. Детектирование защитных элементов типа «волосок» в UV-диапазоне.
6. Оценка устойчивости алгоритмов детектирования и сопоставления особых точек в видео потоке.
7. Детектирование «муарового узора» при съемке с экрана.
8. Детектирование дорожной разметки.
9. Детектирование знаков в дорожной сцене.
10. Детектирование элементов дорожной инфраструктуры.

## 4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Введение в разработку индустриальных систем распознавания.
2. Программирование на языке C++.
3. Основы обработки изображений.
4. Библиотеки обработки изображений.
5. Фильтрация изображений.



6. Применение морфологических фильтров.
7. Трехмерное зрение.
8. Устойчивые точки изображений.
9. Программирование на языке Python.
10. Анализ видеоизображений.
11. Обучение машин.
12. Разработка ПО для управления роботами.

#### Критерии оценивания

- оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, и правильное обоснование принятых решений
- оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал, и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет фрагментарно основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
- оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает формулировок основных понятий дисциплины

#### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.