

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

« 15 » 05 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

**Системы технического зрения**  
(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

**15.03.06 – Мехатроника и робототехника**  
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

**Мехатроника и робототехника**  
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

**бакалавр**  
(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

**очная**  
(очная, заочная и др.)

**Институт:** Информационных технологий и управляющих систем

**Кафедра:** Техническая кибернетика

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

■ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.06 Мехатроника и робототехника (бакалавриат), приказ Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. № 206

■ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (бакалавриат).

Составитель (составители): канд. техн. наук  (Д.А.Юдин)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Техническая кибернетика  
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.Г. Рубанов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 12 » 05 2015 г.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » 05 2015 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.Г. Рубанов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 2015 г., протокол № 7

Председатель: канд. техн. наук, доц.  (Ю.И. Солопов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Формируемые компетенции |                 |  | Требования к результатам обучения  |
|-------------------------|-----------------|--|--|
| №                       | Код компетенции | Компетенция  |  |
| <b>Профессиональные</b> |                 |  |  |
| 1                       | ПК-2            | Способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основные методы обработки и распознавания изображений в современных системах технического зрения, существующие среды разработки программного обеспечения для систем технического зрения; основные подходы к построению систем технического зрения и их применения в составе мехатронных и робототехнических систем.</p> <p><b>Уметь:</b> применять теоретические знания при решении практических задач распознавания изображений в мехатронных и робототехнических системах.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками моделирования процессов обработки изображений; навыками работы с системами и алгоритмами распознавания изображений; навыками использования промышленных систем технического зрения для решения практических задач; навыками разработки программного обеспечения для систем технического зрения.</p> |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля)         |
|---|--|
| 1 | Математика                               |
| 2 | Информатика                              |
| 3 | Программирование и основы алгоритмизации |
| 4 | Численные методы                         |

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля)                          |
|---|---|
| 1 | Манипуляционные робототехнические системы                 |
| 2 | Системы управления мобильных робототехнических комплексов |
| 3 | Проектирование робототехнических комплексов               |
| 4 | Интеллектуальные системы управления                       |

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единицы, 72 часа.

| Вид учебной работы  | Всего часов        | Семестр № 7        |
|---|--------------------|--------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час                            | <b>72</b>          | <b>72</b>          |
| <b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>        | <b>34</b>          | <b>34</b>          |
| лекции  | 17                 | 17                 |
| лабораторные  | 17                 | 17                 |
| практические  | -                  | -                  |
| <b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>         | <b>34</b>          | <b>34</b>          |
| Курсовой проект   | -                  | -                  |
| Курсовая работа   | -                  | -                  |
| Расчетно-графическое задания                                  | -                  | -                  |
| Индивидуальное домашнее задание                               | -                  | -                  |
| <i>Другие виды самостоятельной работы</i>                     | <b>34</b>          | <b>34</b>          |
| Самостоятельная работа при подготовке к экзамену              | -                  | -                  |
| Самостоятельная работа при подготовке к лабораторным занятиям | 34                 | 34                 |
| Самостоятельная работа на 1 час лекций                        | 2                  | 2                  |
| Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)               | <b>Дифф. зачет</b> | <b>Дифф. зачет</b> |

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1 Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 4 Семестр 7**

| № п/п   | Наименование раздела<br>(краткое содержание)   | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час |                      |                      |                        |
|---|--|---|----------------------|----------------------|------------------------|
|   |  | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| <b>1. Введение в системы технического зрения</b>                |  |   |                      |                      |                        |
| 1   | Системы технического зрения (СТЗ) как важная разновидность методов оцувствления систем. Виды СТЗ, области их применения. Принципы построения систем технического зрения.   | 1   | -                    | -                    | 2                      |
| <b>2. Математическое обеспечение систем технического зрения</b> |  |   |                      |                      |                        |
| 2   | Математическое описание изображений. Двумерная функция яркости как основной способ описания изображений. Статистическое и спектральное описание изображений. Назначение и суть пространственной дискретизации изображений. Двумерная теорема Котельникова. Квантование изображений по уровню. Алгоритмы предварительной обработки изображений. Алгоритмы частотной фильтрации изображений, локального сглаживания, ранговой и медианной фильтрации изображений, гистограммного выравнивания. | 2   | -                    | 2                    | 6                      |
| 3   | Алгоритмы выделения границ, их разновидности и области применения. Маски Собела и Лапласа. Deskрипторы границы и области, понятие цепного кода. Текстура изображения. Выделение текстурных характеристик изображения. Корреляционный контурный анализ  | 2   | -                    | 2                    | 8                      |
| 4   | Алгоритмы распознавания и сегментации. Назначение и разновидности алгоритмов распознавания образов. Основные задачи, решаемые при создании распознающих систем. Статистические методы распознавания изображений и образов. Структурные методы распознавания. Кластеризация в пространстве признаков. Классификаторы состояний. Алгоритмы с самообучением.  | 2   | -                    | 2                    | 8                      |
| 5   | Построение искусственной нейронной сети для задач классификации. Цель классификации. Использование сети с обратным распространением ошибок. Примеры классификаций. Сети с радиальными базисными функциями. Вероятностная нейронная сеть. Применение нейронных сетей Кохонена для решения задач кластеризации.  | 2   | -                    | 3                    | 9                      |

| <b>3. Программное обеспечение систем технического зрения</b> |  |           |          |           |           |
|--|--|-----------|----------|-----------|-----------|
| 6  | Моделирование процесса обработки и распознавания изображения в среде Matlab  | 2         | -        | 2         | 6         |
| 7  | Моделирование процесса обработки и распознавания изображения с применением программного обеспечения (ПО), создаваемого на современных программных платформах (.Net, Java). Применение вспомогательных библиотек, в частности OpenCV. | 2         | -        | 2         | 6         |
| <b>4. Применение систем технического зрения</b>              |  |           |          |           |           |
| 8  | Промышленные системы технического зрения, их структура, разновидности. Особенности сред программирования СТЗ на примере среды Intellect.   | 2         | -        | 2         | 6         |
| 9  | Подходы к применению СТЗ в составе робототехнических комплексов. Проектирование ПО для управления робототехническими системами с применением СТЗ.  | 2         | -        | 2         | 6         |
| <b>ВСЕГО</b>   |  | <b>17</b> | <b>-</b> | <b>17</b> | <b>34</b> |

*Примечание: в колонку «самостоятельная работа» входят подготовка к лекционным, практическим, лабораторным занятиям.*

#### **4.2. Содержание практических (семинарских) занятий**

Практических занятий по данной дисциплине учебным планом не предусмотрено

#### **4.3. Содержание лабораторных занятий**

| № п/п         | Наименование раздела дисциплины                       | Тема лабораторного занятия  | К-во часов | К-во часов СРС |
|---------------|---|---|------------|----------------|
| семестр № 7   |   |   |            |                |
| 1             | Управление движением мобильных                        | Изучение алгоритмов предварительной обработки изображения   | 2          | 2              |
| 2             | Математическое обеспечение систем технического зрения | Изучение методов контурного анализа   | 2          | 2              |
| 3             | Математическое обеспечение систем технического зрения | Исследование методов кластеризации изображений  | 2          | 2              |
| 4             | Математическое обеспечение систем технического зрения | Исследование методов классификации изображений  | 3          | 3              |
| 5             | Программное обеспечение систем технического зрения    | Моделирование процесса обработки и распознавания изображения в среде Matlab                               | 2          | 3              |
| 6             | Программное обеспечение систем технического зрения    | Изучение систем технического зрения, использующих библиотеку обработки и распознавания изображений OpenCV | 2          | 3              |
| 7             | Применение систем технического зрения                 | Исследование промышленных систем технического зрения  | 2          | 3              |
| 8             | Применение систем технического зрения                 | Изучение применения систем технического зрения для управления робототехническим комплексом                | 2          | 2              |
| <b>ИТОГО:</b> |   |   | <b>34</b>  | <b>34</b>      |
| <b>ВСЕГО:</b> |   |   | <b>34</b>  | <b>34</b>      |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                              | Содержание вопросов (типовых заданий)   |
|-------|--|---|
| 1     | <b>Введение в системы технического зрения</b>                | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Основные понятия и классификация систем технического зрения.</li><li>2. Назовите области применения систем технического зрения</li><li>3. Приведите особенности форматов файлов изображений (BMP, JPEG, PNG)?</li><li>4. Что такое двумерная функция яркости.</li><li>5. Опишите уровни систем технического зрения.</li></ol>  |
| 2     | <b>Математическое обеспечение систем технического зрения</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>6. Цветовые модели RGB, YUV и HSV.</li><li>7. Дискретизация изображений. Квантование по уровню градации серого. Бинаризация.</li><li>8. Фильтры шумов на изображении. Фильтрация в окрестности, медианная фильтрация.</li><li>9. Улучшение качества изображений. Гистограммное выравнивание.</li><li>10. Методы обнаружения контуров на изображении. Оператор Собеля.</li><li>11. Методы обнаружения контуров на изображении. Оператор Лапласа. Фильтр Канни.</li><li>12. Обработка контуров. Скелетирование. Формирование дескрипторов контура. Построение цепного кода.</li><li>13. Корреляционный анализ контуров. Алгоритм распознавания контуров на основе корреляционного анализа.</li><li>14. Классификация методов сегментации изображений. Вычитание изображений.</li><li>15. Обнаружение замкнутых областей на изображении. Метод построчного сканирования. Рекурсивный метод.</li><li>16. Текстуальный анализ. Вычисление текстурных характеристик на основе матрицы смежности и моментов яркости.</li><li>17. Текстуальные характеристики на основе фильтров Габора.</li><li>18. Обнаружение особых (ключевых) точек на изображении. Метод SURF.</li><li>19. Методы снижения размерности характеристик, описывающих изображение. Метод главных компонент.</li><li>20. Применение сингулярного разложения матрицы характеристик изображения в методе главных компонент.</li><li>21. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Их применение для снижения размерности пространства характеристик изображения.</li><li>22. Кластеризация характеристик изображения с помощью метода k-средних</li><li>23. Генетический алгоритм. Его применение для оптимизации набора характеристик изображения.</li></ol> |

|   |   |  |
|---|---|--|
| 3 | <b>Программное обеспечение систем технического зрения</b> | 24. Опишите возможности обработки и распознавания изображений с помощью библиотеки OpenCV<br>25. Какие возможности по исследованию методов распознавания изображений имеются в среде Matlab<br>26. Опишите возможности и алгоритм работы со средой DVT Intellect |
| 4 | <b>Применение систем технического зрения</b>              | 27. Промышленные системы технического зрения. Их архитектуры.<br>28. Российские и мировые лидеры в области разработки СТЗ.<br>29. Подходы к применению СТЗ в составе робототехнических комплексов  |

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Выполнение курсовых проектов и курсовых работ не предусмотрено учебным планом дисциплины.

## **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Выполнение индивидуальных домашних заданий и расчетно-графических заданий не предусмотрено учебным планом дисциплины.

## **5.4. Перечень контрольных работ**

Выполнение контрольных работ не предусмотрено учебным планом дисциплины.

# **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

## **6.1. Перечень основной литературы**

1. Акинин М. В., Никифоров М. Б., Таганов А. И. Нейросетевые системы искусственного интеллекта в задачах обработки изображений / Горячая линия – Телеком. 2016 . (5 экз.)

2. Федотов Н. Г. Теория признаков распознавания образов на основе стохастической геометрии и функционального анализа / ФИЗМАТЛИТ. 2010. (1 экз.)

3. Руднев А. А., Юдин Д. А. Методы обработки видеоинформации в системах технического зрения промышленных роботов с применением Matlab / Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова. 2012 [электронный ресурс]. URL: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918162328703600007904>.



4. Федотов Н. Г. Теория признаков распознавания образов на основе стохастической геометрии и функционального анализа / ФИЗМАТЛИТ. 2010 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/24695>.
5. Шапиро, Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман; Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.
6. Форсайт, Д. Понс, Ж. Компьютерное зрение. Современный подход.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с.
7. Магергут В.З. Роботы с компьютерным управлением: учебное пособие/ В.З. Магергут, В.Г. Рубанов, Д.А. Юдин и др. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 154 с.
8. Руднев А.А. Методы обработки видеоинформации в системах технического зрения промышленных роботов с применением Matlab [электронный ресурс]/ А.А. Руднев, Д.А. Юдин – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 26 с.
9. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1104 с.

## **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Клевалин В. А. Адаптивные робототехнические комплексы с системой технического зрения / СТАНКИН. 2000. (2 экз.)
2. Магергут В. З., Рубанов В. Г., Юдин Д. А., Сазонов Р. В., Бушуев Д. А. Роботы с компьютерным управлением / Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова. 2010. (10 экз.)
3. Рубанов, В. Г.; Юдин, Д. А.; Бажанов, А. Г.; Магергут, В. З.; Кариков, Е. Б.; Кошлич, Ю. А.; Белоусов, А. В. Зеленые технологии: промышленное приложение при управлении технологическими процессами / Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова. 2016 [электронный ресурс]. URL: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017011913124093800000654621>
4. Cipolla, R., Battiato, S., Farinella, G.M. Computer Vision. Detection, Recognition and Reconstruction, Springer, 2010, 350 p.
5. Кохонен, Т. Самоорганизующиеся карты / Т. Кохонен ; пер. 3-го англ. изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 655 с.
6. Wohler, C. 3D Computer Vision. Efficient Methods and Applications. – Springer, 2009, 385 p.
7. Фисенко, В.Т. Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие / В.Т. Фисенко, Т.Ю. Фисенко. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008 – 192с.
8. Шайеб, А. Линейные метрические алгоритмы распознавания образов / А. Шайеб. – М.: Издательство Центра прикладных исследований при механико-математическом факультете МГУ, 2005 – 88 с.
9. Прикладные нечеткие системы: Пер. с япон./ К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
10. Фурман, Я.А. Цифровые методы обработки и распознавания изображений / Я.А. Фурман, А.Н. Юрьев, В.В. Яншин. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1992. – 248 с.
11. Горелик, А.Л., Методы распознавания: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. / А.Л. Горелик, В.А. Скрипкин – М.: Высш. шк., 1984. – 208 с.

12. Патрик, Э. Основы теории распознавания образов: Пер. с англ. / Под ред. Б. Р. Левина. – М.: Сов. Радио, 1980. – 480 с.
13. Гренадер У., Лекции по теории образов. В 3-х томах.: Пер. с англ. / Под ред. Ю.И. Журавлева. – М.: Изд-во «Мир», 1979. – 411 с.
14. Ту, Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов: Пер. с англ. / Под ред. Ю.И. Журавлева. – М.: Изд-во «Мир», 1978. – 411 с.
15. Фу, К. Структурные методы в распознавании образов: Пер. с англ. / Под ред. М.А. Айзермана. – М.: Изд-во «Мир», 1977. – 319 с.
16. Дуда, Р., Харт, П. Распознавание образов и анализ сцен: Пер. с англ. / Под ред. В.Л. Стефанюка. – М.: Изд-во «Мир», 1976. – 511 с.
17. Вапник, В.Н. Теория распознавания образов (статистические проблемы обучения) / В.Н. Вапник, А.Я. Червоненкис. – М.: Изд-во «Наука», 1974. – 416с.
18. Файн, В.С. Оpoznание изображений (основы непрерывно-групповой теории и ее приложения) / В.С. Файн – М.: Изд-во «Наука», 1970. – 299 с.

### 6.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://machinelearning.ru/> - интернет-ресурс, посвященный алгоритмам машинного обучения
2. <http://www.exponenta.ru/> - интернет-ресурс, содержащий руководства по работе со средой Matlab
3. <http://alglib.sources.ru/> - библиотека реализованных алгоритмов обработки информации
4. <http://www.scirp.org/Index.aspx> – 200 наиболее он-лайн известных научно-технологических журналов по различным отраслям знаний в открытом доступе.
5. <http://academic.research.microsoft.com/> – поисковик по научным публикациям в «глубоком вебе» с набором дополнительных сервисов от Microsoft, где можно найти около 40 млн. публикаций по всем основным направлениям науки, исследований и инженерно-технологических разработок.
6. <http://scientbook.com/index.php> – российская научно-информационная сеть, включающая платформу для публикаций по всем отраслям науки, а также площадку для научного общения в самом широком смысле слова.
7. <http://www.globalspec.com/> – первый и единственный в мире инженерный поисковик. Ищет в вебе и в «глубоком вебе» данные по продуктам, изделиям, техническим решениям, деталям, расчетам и даже названиям компаний.
8. <http://www.thefreelibrary.com/> - самая большая общедоступная база книг и статей по всем направлениям науки, техники и бизнеса с 1995 года до сегодняшнего дня.
9. <http://worldwidescience.org> – второе рождение самого популярного мультипортала по «Глубокому научно-техническому вебу». Теперь поиск по всем ведущим мировым научно-техническим базам ведется на основе федеративного поиска от компании DeepWeb. Кроме того, поиск по всем базам сразу же переводится на 10 основных языков интернета, включая русский.

10. <http://www.techcast.org/default.aspx> – очень популярная платформа для прогнозирования и отслеживания тенденций в различных отраслях техники и технологий.
11. <http://www.scirus.com/> – наиболее полный инструмент для поиска научных исследований в интернете. Ищет не только по сайтам, но и по хранилищам данных, по серверам, по архивам научных журналов, университетов и т.п.
12. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.
13. <http://www.scienceresearch.com/scienceresearch/> – поисковик по научной и технологической информации, базирующийся на технологии «глубокого веба». Ищет по 300 самым авторитетным и обширным научно-техническим и технологическим коллекциям, которые включают в себя архивы, сервера, базы данных, не доступные для популярных поисковых систем.
14. <http://www.scholar.ru/> – отличный российский поисковик научных публикаций, авторефератов и диссертаций по всем областям науки.
15. <http://elibrary.ru> – электронная научная библиотека российских и зарубежных журналов по всем отраслям науки и техники.
16. <http://www.scitopia.org/scitopia/> – охватывает свыше 3,5 млн. интегрированных научно-технических документов, а также правительственных данных и патентов.
17. <http://isihighlycited.com/> – поисковик знаменитого Thomson Reuters. Позволяет найти конкретных исследователей и разработчиков по отраслям науки, темам, учреждениям и странам.
18. <http://www.techxtra.ac.uk/> – едва ли не лучшая в мире библиотека статей, сайтов, книг по всем основным отраслям науки и техники, включает самые последние исследования и диссертации.
19. <http://www.scinet.cc/> – удобный поисковик по основным направлениям науки и технологий.
20. <https://sci-hub.io/> – поисковик научных публикаций
21. <http://www.twirpx.com/> – библиотека учебной и научной литературы

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Проведение лекций и лабораторных работ по дисциплине «Системы технического зрения» осуществляется в специализированной лаборатории УК4 №232 «Лаборатория робототехнических комплексов», при этом в учебном процессе используется следующее обеспечение:


- проектор с переносным экраном;
- система автоматизированного проектирования (CAD) Autodesk Inventor;
- системы инженерного анализа (CAE) корпорации MSC Software;
- наборы датчиков и серводвигателей,
- управляющие контроллеры (Arduino, МИЛАНДР) и одноплатные компьютеры (Raspberry PI, Cubieboard);

- система технического зрения Cognex DVT 545;
- манипуляторы ТН-350, лабораторные 5-степенные роботы НПИ Уралучтех;
- конвейер SCC-900;
- среда математического моделирования и вычислений MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2016b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Control System Toolbox (10 лиц. №1145851 бессрочная);
- среда разработки Microsoft Visual Studio;
- среда разработки и отладки программ промышленного SCARA-робота TSPC;
- среда разработки программ для промышленной системы технического зрения DVT Intellect 1.4.0;
- 7 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «16» 05 2016г.

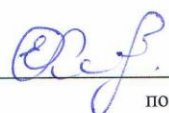
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ


Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.  
Протокол № 11 заседания кафедры от «15» 05 2017г.

Заведующий кафедрой  Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института  Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.  
Протокол № 13 заседания кафедры от «01» 06 2018г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО