

**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



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

**Теория матриц**

(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

**15.04.06 – Мехатроника и робототехника**

(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

---

(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

**магистр**

(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 15.04.06 Мехатроника и робототехника (магистратура), приказ Минобрнауки России от 21 ноября 2014 г. № 1491

▪ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (магистратура).

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)

« 11 » марта 2015 г.

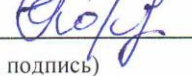
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » марта 2015 г., протокол № 8

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 14 » апреля 2015 г., протокол № 9

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>Общекультурные</b>			
1	ОК-2	Способность к самостоятельному обучению с помощью современных информационных технологий новым методам исследования, к постоянному обновлению и расширению своих знаний, к изменению в случае необходимости научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> существующие матричные методы и подходы применения информационных технологий для работы с матричными методами при проведении исследований в сфере профессиональной деятельности или на стыке научных направлений.</p> <p><b>Уметь:</b> самостоятельно применять знания теории матриц при решении практических задач; применять информационные технологии в задачах, использующих матричные методы; ставить цели и выбирать пути её достижения; работать в коллективе; расширять свои знания; использовать в практической деятельности новые знания и умения</p> <p><b>Владеть:</b> навыками кооперации с коллегами; навыками работы с компьютером и новыми информационными технологиями при решении задач, требующих использования матричных методов</p>
<b>Общепрофессиональные</b>			
2	ОПК-2	Владеть в полной мере основным физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основные положения теории матриц: понятия матриц, основные операциях над ними, собственные числа и собственные вектора матриц, линейные операторы, линейные матричные преобразования, функции от матриц, разложения матриц, практические приложения теории матриц</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять операции над матрицами как с применением математических пакетов программ так и вручную; применять линейные операторы в n-мерном векторном пространстве, операции над ними для различных задач, в том числе для преобразования систем координат; представлять линейные преобразования в виде матриц, вычислять различные виды разложения матриц, решать системы линейных дифференциальных уравнений</p>

			<p>матричными методами.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками расчета собственных чисел и собственных векторов матрицы, навыками вычисления разложений матриц различного вида, навыками исследования систем линейных уравнений, в том числе дифференциальных, с применением теории матриц; навыками решения матричных уравнений.</p>
--	--	--	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математический анализ
2	Алгебра и аналитическая геометрия

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Метод пространства состояния в теории управления
2	Системы управления манипуляционными и мобильными роботами
3	Хаотическая динамика импульсных систем
4	Динамика цифровых систем управления роботами
5	НИР по направлению подготовки

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4 зач. единицы, 144 часа.**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
лекции	17	17
лабораторные	-	-
практические	51	51
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	<b>76</b>	<b>76</b>
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	<b>76</b>	<b>76</b>
Самостоятельная работа при подготовке к экзамену	-	-
Самостоятельная работа при подготовке к практическим занятиям	76	76
Самостоятельная работа на 1 час лекций	4.5	4.5
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	<b>Дифференц. зачет</b>	<b>Дифференц. зачет</b>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Основы теории матриц</b>					
1	Понятие числовой матрицы. Специальные виды матриц. Линейные операции над матрицами, транспонирование матрицы и их свойства. Сопряженные матрицы и их свойства. Умножение матриц и его свойства. Обратные и псевдообратные матрицы. Элементарные преобразования матриц	3	4	0	6
2	Собственные числа и собственные векторы матрицы	2	6	0	8
3	Линейные операторы в n-мерном векторном пространстве. Определения и аксиомы линейного пространства. Следствия из аксиом линейного пространства. Векторное пространство. Сложение и умножение линейных операторов. Преобразование координат. Эквивалентные матрицы. Ранг оператора.	2	4	0	6
4	Линейная зависимость векторов. Размерность и базис линейного пространства. Линейные операции в координатах. Представление линейного преобразования матрицей. Действия над линейными преобразованиями. Примеры линейных преобразований. Матрица преобразования квадратичной формы.	2	4	0	6
5	Функции от матрицы. Интерполяционный многочлен Лагранжа—Сильвестра. Представление функций от матриц рядами. Свойства функций от матриц. Матричная экспонента	2	4	0	6
6	Матричные уравнения. Общие методы решения. Матричное многочленное уравнение	2	4	0	6
<b>2. Приложения теории матриц</b>					

7	Решение систем линейных уравнений матричными методами	0	6	0	6
8	Применение матриц для преобразования систем координат	2	6	0	10
9.	Применение матричных методов для снижения размерности статистических данных на примере метода главных компонент	0	6	0	10
10	Приложения теории матриц к исследованию систем линейных дифференциальных уравнений	2	7	0	12
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>51</b>	<b>0-</b>	<b>76</b>

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр №1</b>				
1.	<b>1. Основы теории матриц</b>	Линейные операции над матрицами. Нахождение псевдообратной матрицы.	4	6
2.	<b>1. Основы теории матриц</b>	Собственные числа и собственные векторы матрицы.	6	8
3.	<b>1. Основы теории матриц</b>	Линейные операторы в n-мерном векторном пространстве	4	6
4.	<b>1. Основы теории матриц</b>	Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Нахождение матрицы преобразования квадратичной формы	4	6
5.	<b>1. Основы теории матриц</b>	Функции от матрицы. Матричная экспонента	4	6
6.	<b>1. Основы теории матриц</b>	Матричные уравнения	2	4
7.	<b>1. Основы теории матриц</b>	Матричное многочленное уравнение	2	2
8.	<b>2. Приложения теории матриц</b>	Преобразования систем координат в задачах робототехники	6	10
9.	<b>2. Приложения теории матриц</b>	Решение систем линейных уравнений	6	6
10.	<b>2. Приложения теории матриц</b>	Исследование метода главных компонент для снижения размерности статистических данных с применением теории матриц	6	10
11.	<b>2. Приложения теории матриц</b>	Решение систем линейных дифференциальных уравнений	7	12
<b>ИТОГО:</b>			<b>51</b>	<b>76</b>
<b>ВСЕГО:</b>			<b>51</b>	<b>76</b>

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторных занятий по данной дисциплине учебным планом не предусмотрено

## 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>1. Основы теории матриц</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Основные определения теории матриц. Типы матриц. Миноры матрицы. Ранг матрицы. Определитель квадратной матрицы. Сложение и умножение прямоугольных матриц.</li><li>2. Действия над квадратными матрицами. Степень матрицы. Многочлен от матрицы</li><li>3. Действия над квадратными матрицами. Вырожденные матрицы. Обращение, транспонирование матриц. Сопряженные матрицы. Симметрические и эрмитовы матрицы.</li><li>4. Обращение прямоугольных матриц. Псевдообратная матрица, ее свойства, методы нахождения.</li><li>5. Блочные матрицы. Действия над блочными матрицами. Квазидиагональная матрица.</li><li>6. Векторное пространство. Линейный оператор, отображающий <math>n</math>-мерное пространство <math>m</math>-мерное. Сложение и умножение линейных операторов.</li><li>7. Преобразование координат. Преобразующая матрица</li><li>8. Линейные операторы, отображающие <math>n</math>-мерное пространство в себя. Подобные операторы.</li><li>9. Собственные (характеристические) числа и собственные векторы матрицы.</li><li>10. Разложение матриц. Классификация. Пример.</li><li>11. Сингулярное разложение. Его геометрический смысл. Примеры применения.</li><li>12. Назовите способы нахождения матричной экспоненты</li></ol>
2	<b>2. Приложения теории матриц</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Квадратичные формы, их типы, приведение квадратичной формы к каноническому виду и нахождение соответствующего ортогонального преобразования. Пример.</li><li>2. Аффинные преобразования пространства. Однородные координаты. Матрицы поворота.</li><li>3. Аффинные преобразования пространства. Однородные координаты. Матрицы параллельного переноса, масштабирования.</li><li>4. Аффинные преобразования пространства. Однородные координаты. Матрицы сложных аффинных преобразований</li><li>5. Нахождение матриц положения звеньев манипулятора.</li><li>6. Пример нахождения собственных (характеристических) чисел и собственных векторов матрицы.</li></ol>



		<p>7. Применение псевдообратной матрицы для нахождения наилучшего приближенного решения (по методу наименьших квадратов) системы линейных уравнений.</p> <p>8. Простой итерационный алгоритм сингулярного разложения.</p> <p>9. Метод главных компонент. Примеры использования.</p> <p>10. Опишите матричный метод решения системы линейных дифференциальных уравнений</p> <p>11. Что такое матрица Денавита-Хартенберга?</p> <p>12. Как теорию матриц можно применить в робототехнике?</p> <p>13. Как теорию матриц можно применить в теории управления?</p>
--	--	---

## **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. Юдин, Д. А. Прикладные аспекты теории матриц / Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова. 2016 (5 экз.)
2. Бортакровский А. С., Пантелеев А. В. Линейная алгебра в примерах и задачах / Высшая школа. 2005 (5 экз.)
3. Курош А. Г. Курс высшей алгебры / Лань. 2013 (1 экз.)
4. Окунева Г. Л. Линейная алгебра /Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова. 2014 (5 экз.)
5. Юдин, Д. А. Прикладные аспекты теории матриц / Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова. 2014 [электронный ресурс]. URL: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015012112015485200000657955>.
6. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц /ФИЗМАТЛИТ. 2010 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/12877>.

7. Юдин, Д.А. Прикладные аспекты теории матриц [электронный ресурс]/ Д.А. Юдин – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 92 с.
8. Гантмахер, Ф. Р. Теория матриц / Ф. Р. Гантмахер. – 5-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 560 с.
9. Уоткинс, Д. С. Основы матричных вычислений / Д. С. Уоткинс ; пер. со 2-го англ. изд. В. Е. Кондрашова, С. Б. Королева . - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2006. - 664 с.
10. Борович, З. И. Определители и матрицы : учебное пособие / З. И. Борович. - 5-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2009. - 184 с.
11. Толстопятов, С. Н. Конечномерные векторные пространства : учеб.-метод. пособие для студентов дневной формы обучения специальности 230201, 230105, 080502 / С. Н. Толстопятов, И. В. Жерновская ; БГТУ им. В.Г. Шухова . - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. - 52 с.
12. Мышкис, А. Д. Математика для технических вузов : специальные курсы / А. Д. Мышкис. - 3-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2009. - 633 с.
13. Михалев, А. А. Начала алгебры : учеб. пособие / А. А. Михалев, А. В. Михалев. Ч.1 : Алгебраические структуры. Комплексные числа. Системы линейных уравнений. Матрицы. - М. : Интернет-университет информационных технологий, 2005. - 258 с.
14. Гусак, А. А. Справочник по высшей математике / А. А. Гусак, Г. М. Гусак, Е. А. Бричикова. - 8-е изд. - Минск : ТетраСистемс, 2007. - 637 с.

## **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Линьков В. М., Яремко Н. Н. Высшая математика в примерах и задачах. Компьютерный практикум / Финансы и статистика. 2006 (5 экз.)
2. Демидович Б. П., Марон И. А. Основы вычислительной математики / Лань. 2011. (5 экз.)
3. Лизунова Н. А. Матрицы и системы линейных уравнений / ФИЗМАТЛИТ. 2007 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/12904>.
4. Кадомцев С. Б. Аналитическая геометрия и линейная алгебра / ФИЗМАТЛИТ. 2011 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/17172>.
5. Окунев Л.Я. Высшая алгебра / Лань. 2009 [электронный ресурс]. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=289](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=289)
6. Ланкастер П. Теория матриц / П. Ланкастер. — М.: Наука, 1973 – 280 с.
7. Сборник задач по математике для втузов : в 4 ч. : учеб. пособие / ред.: А. В. Ефимов, А. С. Поспелов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во Физико-математической литературы, 2003 - 2004. Ч. 1 : Векторная алгебра и аналитическая геометрия. Определители и матрицы системы линейных уравнений. Линейная алгебра. Основы общей алгебры. - 2003. - 288 с.
8. Беклемишева, Л. А. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре / Л. А. Беклемишева, А. Ю. Петрович, И. А. Чубаров. - Изд. 2-е, перераб. - М. : Физматлит, 2004. - 495 с.
9. Соболев, Б. В. Практикум по высшей математике / Б. В. Соболев, Н. Т. Мишняков, В. М. Поркшеян. - 2-е изд., испр. - Ростов н/Д : Феникс, 2006. - 630 с.
10. Высшая математика в упражнениях и задачах : в 2 ч. / П. Е. Данко [и др.]. - 6-е изд. - М. : Оникс, 2006. Ч. 1. - 2006. - 304 с.

11. Высшая математика : учеб. / А. А. Гусак. - 4-е изд., стер. - Минск : ТетраСистемс, 2003 - .Т.1. - 2003. - 543 с.
12. Черняк, А. А. Высшая математика на базе Mathcad. Общий курс : учеб. пособие / А. А. Черняк, Ж. А. Черняк, Ю. А. Доманова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2004. - 593 с. : ил.
13. Шевцов, Г. С. Линейная алгебра: теория и прикладные аспекты : учеб. пособие / Г. С. Шевцов. - М. : Финансы и статистика, 2003. - 575 с.
14. Чернов, В. М. Арифметические методы синтеза быстрых алгоритмов дискретных ортогональных преобразований / В. М. Чернов. - Науч. изд. - М. : Физматлит, 2007. - 261 с.
15. Сборник задач по высшей математике с контрольными работами. 1 курс : учеб. пособие / К. Н. Лунгу [et al.]. - 6-е изд. - М. : Айрис Пресс, 2007. - 575 с.
16. Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики : учеб. пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. - 5-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2006. - 664 с.
17. Курош, А. Г. Курс высшей алгебры : учебник / А. Г. Курош. - 13-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2004. - 431 с.
18. Кострикин, А. И. Введение в алгебру : учеб. / А. И. Кострикин. - 3-е изд. - М. : Физматлит. - (Классический университетский учебник). Ч. 2 : Линейная алгебра. - 2004. - 367 с.
19. Ильин, В. А. Линейная алгебра : учеб. / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. - М. : Физматлит, 2002. - 320 с.
20. Григорьев, С. Г. Векторная алгебра и аналитическая геометрия / С. Г. Григорьев. - М. : Маркетинг, 2000. - 120 с.

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://www.exponenta.ru/> - интернет-ресурс, содержащий руководства по работе со средой Matlab
2. <http://alglib.sources.ru/> - библиотека реализованных алгоритмов обработки информации
3. <http://www.scirp.org/Index.aspx> – 200 наиболее он-лайн известных научно-технологических журналов по различным отраслям знаний в открытом доступе.
4. <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.
5. <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.
6. <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.
7. <http://www.thefreelibrary.com/> - самая большая общедоступная база книг и статей по всем направлениям науки, техники и бизнеса с 1995 года до сегодняшнего дня.

8. <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.
9. <http://www.techcast.org/default.aspx> – очень популярная платформа для прогнозирования и отслеживания тенденций в различных отраслях техники и технологий.
10. <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.
11. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.
12. <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.
13. <http://www.scholar.ru/> – отличный российский поисковик научных публикаций, авторефератов и диссертаций по всем областям науки.
14. <http://elibrary.ru> – электронная научная библиотека российских и зарубежных журналов по всем отраслям науки и техники.
15. <http://www.scitopia.org/scitopia/> – охватывает свыше 3,5 млн. интегрированных научно-технических документов, а также правительственных данных и патентов.
16. <http://isihighlycited.com/> – поисковик знаменитого Thomson Reuters. Позволяет найти конкретных исследователей и разработчиков по отраслям науки, темам, учреждениям и странам.
17. <http://www.techextra.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.
18. <http://www.scinet.cc/> – удобный поисковик по основным направлениям науки и технологий.
19. <https://sci-hub.io/> - поисковик научных публикаций
20. <http://www.twirpx.com/> – библиотека учебной и научной литературы

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


Проведение лекций и практических занятий по дисциплине «Теория матриц» осуществляется в специализированной лаборатории УК4 №232 «Лаборатория робототехнических комплексов», при этом в учебном процессе используется следующее обеспечение:

- проектор с переносным экраном;
- мультимедиа и анимационный материал поясняющее работу мобильных робототехнических комплексов;
- презентационное программное обеспечение для демонстрации презентаций по разнообразным темам;
- 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 математического моделирования и вычислений Matlab 2014b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Statistics and Machine Learning Toolbox (10 лиц. №362444, бессрочная);
- 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