

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Автоматизация, управление, мехатроника»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

### **«Ф.3. Основы робототехники и мехатроники»**

направления подготовки

**15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»**

форма обучения – очная  
курс – 2  
семестр – 3-й  
зачетных единиц – 3  
часов в неделю – 2  
всего часов – 72,  
в том числе: лекции – 8  
коллоквиумы – нет  
практические занятия – 28  
лабораторные занятия – нет  
самостоятельная работа – 36  
зачет – 3-й семестр  
экзамен - нет  
РГР – нет  
курсовая работа - нет  
курсовой проект – нет

### 1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины. Формирование базовых знаний о мехатронных и робототехнических системах, их применения и конструктивных исполнений.

Задачами изучения дисциплины являются: приобретение студентами знаний о робототехнических и мехатронных устройствах различного конструктивного исполнения.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Данная учебная дисциплина относится к факультативной части дисциплин учебного плана подготовки магистра по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств». Дисциплина «Основы робототехники и мехатроники» взаимосвязана с курсами «Современные проблемы управления и автоматизации» и «Системы автоматизированного проектирования».

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1), способностью разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок, подготавливать отдельные задания для исполнителей, научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам выполненных исследований (ПК-17).

По изучении курса студент должен:

**знать:** физико-математический аппарат описывающий движение мехатронного устройства и манипулятора.

**уметь:** разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок.

**владеть:** умениями подготавливать отдельные задания для исполнителей, научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам выполненных исследований.

### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо- ду- ля	№ Неде- ли	№ Те- м ы	Наименование темы	Часы					
				Все го	Ле- к- ци и	Ко- лл о- кви умы	Ла- бор- атор- ные	Прак- тиче- ские	СР С
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3-й семестр									
1	1-4	1	Введение. Антропоморфные роботы и механизмы. Шагающие и мобильные роботы.	22	2			8	12
2	5-8	2	Матричные методы описания вращательного и поступательного движения.	26	2			12	12
3	9-12	3	Прямая и обратная задачи о скоростях и ускорениях звеньев манипулятора.	24	4			8	12
<b>Всего</b>				<b>72</b>	<b>8</b>			<b>28</b>	<b>36</b>

### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	
1	1	1	Введение в мехатронику и робототехнику. История развития мехатронных и робототехнических устройств. Задачи решаемые мехатроникой.	1,2,3, 10
1	1	2	Антропоморфные роботы и механизмы. Классификация и конструкции антропоморфных роботов. Применение антропоморфных механизмов. Шагающие и мобильные роботы. Классификация и конструкции шагающих роботов. Применение шагающих роботов.	1,2,3, 10
2	2	3	Системы координат сочленений манипуляционного робота. Матрицы преобразования систем координат.	1,4,6, 10
2	1	4	Прямая задача о положении манипулятора. Постановка задачи. Алгоритм решения. Обратная задача о положении манипулятора. Постановка задачи. Алгоритм решения.	1,4,6, 10
3	1	5	Скорости и ускорения звеньев манипулятора. Метод приведения скоростей. Сложение скоростей. Относительные и переносные ускорения звеньев манипулятора.	1,4,6, 10
3	1	6	Прямая задача о скоростях манипуляционного робота. Постановка задачи. Методы решения. Обратная задача о скоростях манипуляционного робота. Постановка задачи. Методы решения	1,4,6, 10

3	1	7	Эйлеровые углы и преобразования. Применение преобразования Эйлеровых углов в мехатронике.	1,4,6,10
---	---	---	---	----------

#### 6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы не предусмотрены учебным планом.

#### 7. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

#### 8. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	
1	4	1-2	Антропоморфные роботы и механизмы. Пример конструирования антропоморфного механизма. Составление структурной и кинематической схемы робота.	4,9,11
1	4	3-4	Шагающие и мобильные роботы. Выбор элемента движения робота в зависимости от местности его эксплуатации. Составление структурной и кинематической схемы робота.	4,9,11
2	2	5	Системы координат сочленений манипуляционного робота. Определение системы координат и вида кинематических пар манипулятора	4,9,11
2	4	6-7	Матрицы преобразования систем координат. Составление матриц поворота и перемещения систем координат относительно осей $x, y, z$ . Преобразование системы координат для трехзвенного манипулятора	4,9,11
2	2	8	Прямая задача о положении манипулятора. Постановка задачи. Решение прямой задачи о положении для трехзвенного манипулятора.	4,9,11
2	4	9-10	Обратная задача о положении манипулятора. Решение обратной задачи о положении для трехзвенного манипулятора.	4,9,11
3	2	11	Скорости и ускорения звеньев манипулятора. Сложение скоростей и ускорений манипулятора. Определение типа и направление ускорений перемещения звеньев робота.	4,9,11
3	2	12	Прямая задача о скоростях манипуляционного робота. Решение прямой задачи о скоростях для трехзвенного манипулятора	4,9,11
3	2	13	Обратная задача о скоростях манипуляционного робота. Решение обратной задачи о скоростях для трехзвенного манипулятора	4,9,11
3	2	14	Эйлеровые углы и преобразования. Преобразование	4,9,11

			системы координат трехзвенного манипулятора при помощи углов Эйлера.	
--	--	--	--	--

### 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	6	Конструкции антропоморфных механизмов.	4-8
1	6	Современные тенденции развития мобильных роботов.	4-8
2	6	Кинематика шестизвенного манипулятора. Составление кинематической схемы.	4-8
2	6	Преобразования систем координат для шестизвенного манипулятора с помощью матриц поворота и сдвига	4-8
3	4	Линейные и угловые ускорения для многозвенного манипулятора.	4-8
3	4	Обратная задача о скоростях для многозвенного манипулятора.	4-8
3	4	Связь матриц поворота и углов Эйлера – Крылова.	4-8

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС.

### 10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом.

### 11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом.

### 12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом

### 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается в проведении устного экзаменационного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала, оценка способности студента применить полученные ранее знания; в проведении модулей и коллоквиумов, как способов межсессионной проверки знаний, умений, навыков студента в середине семестра по пройденным темам изучаемого предмета.

Умения и навыки, приобретенные студентом, оцениваются по результатам выполнения практических заданий, включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить. Показателем оценивания степени усвоения знаний является оценка, полученная при представлении материалов и докладе по выданной теме. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа представленного материала в ответ на практические контрольные задания. При этом руководствуются следующими критериями:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)
Отлично	Оценка «Отлично» выставляется студенту, если задание выполнено в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Хорошо	Оценка «Хорошо» выставляется студенту, если задание выполнено в полном объёме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, включая страницы атласа, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
удовлетворительно	Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, если задание на практическую работа выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.

неудовлетворительно	Оценка «Неудовлетворительно» выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.
---------------------	--

Оценки «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» служит основанием для зачета знаний, умений и навыков по дисциплине с простановкой в ведомости «зачтено».

### **Вопросы для зачета**

1. История развития мехатронных и робототехнических устройств.
2. Задачи решаемые мехатроникой и робототехникой.
3. Антропоморфные роботы и механизмы. Классификация и конструкции антропоморфных роботов.
4. Применение антропоморфных механизмов.
5. Шагающие и мобильные роботы. Классификация и конструкции шагающих ботов.
6. Применение шагающих роботов
7. Системы координат сочленений манипуляционного робота.
8. Матрицы преобразования систем координат
9. Представление Денавита – Хартенберга.
- 10.Расширенная матрица Денавита - Хартенберга
- 11.Составление матрицы Денавита - Хантенберга для двухзвенного манипулятора.
- 12.Прямая задача кинематики. Постановка задачи. Алгоритм решения.
- 13.Обратная задача кинематики. Постановка задачи. Алгоритм решения.
- 14.Скорости и ускорения звеньев манипулятора. Метод приведения скоростей. Сложение скоростей.
- 15.Относительные и переносные ускорения звеньев манипулятора.
- 16.Прямая задача о скоростях манипуляционного робота. Постановка задачи. Методы решения.
- 17.Обратная задача о скоростях манипуляционного робота. Постановка задачи. Методы решения.
- 18.Эйлеровые углы и преобразования. Применение преобразования Эйлеровых углов в мехатронике.
- 19.Дуальные винты и дуальные матрицы. Классическая теория винтов и винтового исчисления.
- 20.Комплексный угол.
21. Кватернионы. Определение кватерниона.
22. Применение кватернионов в решении задачи о положении схвата манипулятора.

### ***Контрольные задания для проверки умений и навыков***

1. Построить систему уравнений, описывающую положение схвата манипулятора с 6 вращательными сочленениями.
2. Построить систему уравнений, описывающую положение схвата манипулятора с тросовым механизмом сохранения ориентации схвата.
3. Для манипулятора с шестью степенями подвижности, работающего в цилиндрической системе координат найти решение обратной задачи о положении в аналитической форме.
4. Найти решение обратной задачи кинематики манипулятора с шестью степенями подвижности, работающего в угловой системе координат методом последовательных приближений.
5. Для манипулятора с семью степенями подвижности найти решение обратной задачи кинематики с использованием стандартных функций пакета Optimization Toolbox Matlab.

### **14. Образовательные технологии**

Для успешного освоения дисциплины в ходе изложения материала используются лекции на основе мультимедийных презентаций. При изложении материала лектор обсуждает проблемные вопросы, направленные на практическую и самостоятельную деятельность студента.

Для развития самостоятельной активности в изучении материала студентам предлагается использование интернет-ресурсов (электронных каталогов, специализированных порталов и сайтов).

При выполнении практических работ студенты делятся на микрогруппы по 2-3 человека. Члены каждой микрогруппы выполняют задания и отчитываются совместно, дополняя ответы, друг друга.

При обучении лиц с ограниченными возможностями и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве; увеличивается время на самостоятельное освоение материала.

Для достижения планируемых результатов также используются следующие образовательные технологии:

1. Дистанционные на основе информационно-образовательной среды СГТУ имени Гагарина Ю.А., основе реализации возможности самостоятельного изучения материалов по всем видам образовательной деятельности в соответствии с учебным планом, в том числе до прохождения занятий, текущего дистанционного консультирования студентов.



2. Развивающее проблемно-ориентированное обучение, направленное на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения на основе рассмотрения примеров из практической деятельности преподавателей, в области научно-практических исследований.

3. Личностно ориентированное обучение, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе в рамках самостоятельной работы.

## **15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине**

### **Основная литература**

1. Юревич, Е. И. Основы робототехники [+CD] : учеб. пособие / Е. И. Юревич. - 3-е изд. перераб. и доп. - СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 368 с. (аб. 10 экз.)
2. Мобильные роботы [Электронный ресурс]: робот-колесо и робот-шар/ Р. Армур [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013.— 532 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28901>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Родин Б.П. Механика робота [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Родин Б.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 56 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18393>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

### **Дополнительная литература**

4. Глазков В.П. Эффективные методы решения задач кинематики манипулятора : учеб. пособие по курсу "Основы робототехники", "Управление роботами и РТС" и "Моделирование РТС" для студ. спец. 210300 / В. П. Глазков [и др.] ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2005. - 92 с. (аб. 35 экз)
5. Булгаков А.Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление [Электронный ресурс]/ Булгаков А.Г., Воробьев В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008.— 486 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8709>

6. Глазков, В. П. Алгоритмические основы кинематики манипуляторов [Текст] : учеб. пособие по курсам "Механика роботов", "Управление роботами и РТС", "Моделирование РТС" и

"Проектирование систем управления РТС" для студ. спец. 2 / В.  
П. Глазков, С. К. Дауров ; Сарат. гос. техн. ун-т (Саратов). -  
Саратов: СГТУ, 2002. - 108 с. (аб. 33 экз.)

### ***Интернет-ресурсы***

7. Основные Российские образовательные порталы [www.edu.ru](http://www.edu.ru) -  
Федеральный портал «Российское образование»  
[www.informika.ru](http://www.informika.ru) - Государственный научно-  
исследовательский  
институт информационных технологий и телекоммуникаций
8. Интернет - энциклопедия Wikipedia: <http://ru.wikipedia.org>
9. Описание пакета Matlab и его дополнительных компонентов  
на русском языке <http://matlab.exponenta.ru>

### ***Информационно-образовательная***

*среда* 10. Лекции по дисциплине

<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/MHRT/B.3.1.2/default.aspx>

11. Методические указания к практическим работам

<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/MHRT/B.3.1.2/default.aspx>

Все лекционные и учебно-методические материалы размещены  
в электронной форме в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А.

<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/MHRT/default.aspx>

## **16. Материально-техническое обеспечение**

Лекционные и практические занятия проходят с использованием компьютеров в типовом компьютерном классе, оборудованном специализированной учебной мебелью, технических средств обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска).

Для проведения практических занятий требуются:

- компьютерный класс с программным обеспечением (Microsoft Office 2007/2010, Matlab), рассчитанные на обучение группы студентов из 15–20 человек, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям. Компьютеры должны работать под управлением операционной системы Microsoft Windows XP или Windows 7 с подключением к сети Internet.

Электронная библиотека вуза:

<http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib>

Электронная информационно-образовательная

среда: <https://portal.sstu.ru>