

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Управление робототехническими системами

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **27.03.05 Инноватика**

Направленность (профиль): **Управление инновациями в электронной технике**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**

Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

| Виды учебной деятельности    | 7 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекции                       | 18        | 18    | часов   |
| Практические занятия         | 18        | 18    | часов   |
| Лабораторные занятия         | 18        | 18    | часов   |
| Всего аудиторных занятий     | 54        | 54    | часов   |
| Из них в интерактивной форме | 16        | 16    | часов   |
| Самостоятельная работа       | 90        | 90    | часов   |
| Всего (без экзамена)         | 144       | 144   | часов   |
| Подготовка и сдача экзамена  | 36        | 36    | часов   |
| Общая трудоемкость           | 180       | 180   | часов   |
|                              | 5.0       | 5.0   | З.Е     |

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.05 Инноватика, утвержденного 2016-08-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол №\_\_\_\_\_.

Разработчики:

доцент каф. УИ \_\_\_\_\_ Антипин М. Е.

Заведующий обеспечивающей каф.  
УИ

\_\_\_\_\_ Нариманова Г. Н.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФИТ \_\_\_\_\_ Нариманова Г. Н.

Заведующий выпускающей каф.  
УИ

\_\_\_\_\_ Нариманова Г. Н.

Эксперты:

доцент каф.УИ \_\_\_\_\_ Дробот П. Н.

профессор каф.УИ \_\_\_\_\_ Солдатов А. И.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

изучить виды мехатронных и робототехнических систем, методы и алгоритмы управления ими.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Познакомить обучающихся с математическим описанием манипуляторов.
- Освоить методы решения задач кинематики и динамики манипуляторов.
- Сформировать навыки разработки конечных автоматов для задач управления роботами.
- 

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Управление робототехническими системами» (Б1.В.ОД.16) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Дискретная математика, Основы мехатроники и робототехники, Теория автоматического управления, Теория и системы управления.

Последующими дисциплинами являются: Проектирование цифровых систем управления.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-14 способностью разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** Способы математического описания манипуляторов робототехнических систем Принципы циклового, дискретного и непрерывного управления подвижными частями роботов.
- **уметь** Строить математические модели манипуляторов Оценивать устойчивость систем управления роботов Вычислять траектории движения элементов робототехнических систем
- **владеть** Методами синтеза автоматических систем управления роботов

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности   | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 7 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)  | 54          | 54        |
| Лекции  | 18          | 18        |
| Практические занятия  | 18          | 18        |
| Лабораторные занятия  | 18          | 18        |
| Из них в интерактивной форме                                      | 16          | 16        |
| Самостоятельная работа (всего)                                    | 90          | 90        |
| Оформление отчетов по лабораторным работам                        | 18          | 18        |
| Проработка лекционного материала                                  | 6           | 6         |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 44          | 44        |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 22          | 22        |
| Всего (без экзамена)  | 144         | 144       |
| Подготовка и сдача экзамена                                       | 36          | 36        |

|                               |     |     |
|-------------------------------|-----|-----|
| Общая трудоемкость час        | 180 | 180 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 5.0 | 5.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| № | Названия разделов дисциплины | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов<br>(без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|------------------------------|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Кинематика манипуляторов     | 6      | 6                    | 0                   | 12                     | 24                            | ПК-14                   |
| 2 | Динамика манипуляторов       | 6      | 12                   | 0                   | 36                     | 54                            | ПК-14                   |
| 3 | Синтез конечных автоматов    | 6      | 0                    | 18                  | 42                     | 66                            | ПК-14                   |
|   | Итого                        | 18     | 18                   | 18                  | 90                     | 144                           |                         |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов          | Содержание разделов дисциплины по лекциям   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|----------------------------|---|-----------------|-------------------------|
| 7 семестр                  |   |                 |                         |
| 1 Кинематика манипуляторов | Классификация роботов по типам управления. Типы механических сочленений. Рабочие зоны манипуляторов. Задачи кинематики. Связанные переменные. Связанные системы координат. Правила Денавита-Хартенберга. Планирование траекторий движения манипулятора. 4-3-4 траектория.   | 6               | ПК-14                   |
|                            | Итого   | 6               |                         |
| 2 Динамика манипуляторов   | Задачи динамики. Потенциальная и кинетическая энергия манипулятора. Уравнение в форме Лагранжа. Векторно матричное уравнение. Взаимное влияние звеньев манипулятора. Принцип Д'Аламбера. Рекуррентная вычислительная форма уравнения уравнений динамики. Особенности дискретного позиционного и циклового управления. | 6               | ПК-14                   |

|                             |   |    |       |
|-----------------------------|---|----|-------|
|                             | Анализ механической передачи.<br>Электромеханический момент на валу двигателя. Система управления электроприводом. Анализ устойчивости.   |    |       |
|                             | Итого   | 6  |       |
| 3 Синтез конечных автоматов | Понятие автомата. Синтез конечных автоматов. Автоматные сети. Время срабатывания автоматной сети. Явление риска в автоматных сетях. Комбинационные автоматы. Импульсные сигналы. Операторы переходов. | 6  | ПК-14 |
|                             | Итого   | 6  |       |
| Итого за семестр            |   | 18 |       |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| №                         | Наименование дисциплин                    | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |
|---------------------------|---|---|---|---|
|                           |   | 1   | 2 | 3 |
| Предшествующие дисциплины |   |   |   |   |
| 1                         | Дискретная математика                     |   |   | + |
| 2                         | Основы мехатроники и робототехники        | +   | + | + |
| 3                         | Теория автоматического управления         |   | + |   |
| 4                         | Теория и системы управления               |   | + |   |
| Последующие дисциплины    |   |   |   |   |
| 1                         | Проектирование цифровых систем управления |   | + | + |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий |                      |                      |                        | Формы контроля |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------|
|             | Лекции       | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |                |
|             |              |                      |                      |                        |                |

|       |   |   |   |   |  |
|-------|---|---|---|---|--|
| ПК-14 | + | + | + | + | Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии |
|-------|---|---|---|---|--|

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы   | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|--|------------------------------------|----------------------|-------|
| 7 семестр  |                                    |                      |       |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением |                                    | 8                    | 8     |
| Работа в команде                                   | 8                                  |                      | 8     |
| Итого за семестр:                                  | 8                                  | 8                    | 16    |
| Итого  | 8                                  | 8                    | 16    |

### 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов           | Содержание лабораторных работ                     | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|-----------------------------|---|-----------------|-------------------------|
| 7 семестр                   |   |                 |                         |
| 3 Синтез конечных автоматов | Синтез DL-триггера                                | 2               | ПК-14                   |
|                             | Синтез автомата для продажи газированной воды     | 4               |                         |
|                             | Синтез перепрограммируемого кодового замка        | 6               |                         |
|                             | Синтез интеллектуальной системы управления лифтом | 6               |                         |
|                             | Итого   | 18              |                         |
| Итого за семестр            |   | 18              |                         |

### 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|-------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 7 семестр         |                                 |                 |                         |

|                            |  |    |       |
|----------------------------|--|----|-------|
| 1 Кинематика манипуляторов | Рабочие зоны манипуляторов.<br>Обобщенные координаты.<br>Преобразование системы координат. | 2  | ПК-14 |
|                            | Преобразование системы координат.<br>Система координат Денавита-Хартенберга.               | 2  |       |
|                            | Преобразование системы координат для манипулятора Пума.                                    | 2  |       |
|                            | Итого  | 6  |       |
| 2 Динамика манипуляторов   | Дискретное цикловое управление.  | 2  | ПК-14 |
|                            | Расчет траектории движения манипулятора.   | 2  |       |
|                            | Расчет управляющих параметров двигателя постоянного тока.                                  | 2  |       |
|                            | Управление гидравлическим и пневматическим приводом  | 2  |       |
|                            | Управление электрическим приводом  | 2  |       |
|                            | Управление системой перемещения робота   | 2  |       |
| Итого                      | 12   |    |       |
| Итого за семестр           |  | 18 |       |

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов          | Виды самостоятельной работы                   | Трудоемкость ч | Формируемые компетенции | Формы контроля                            |
|----------------------------|---|----------------|-------------------------|---|
| 7 семестр                  |   |                |                         |   |
| 1 Кинематика манипуляторов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6              | ПК-14                   | Опрос на занятиях, Экзамен                |
|                            | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2              |                         |   |
|                            | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2              |                         |   |
|                            | Проработка лекционного материала              | 2              |                         |   |
|                            | Итого   | 12             |                         |   |
| 2 Динамика манипуляторов   | Подготовка к практическим занятиям,           | 2              | ПК-14                   | Выступление (доклад) на занятии, Конспект |

|                             |   |    |       |  |
|-----------------------------|---|----|-------|--|
|                             | семинарам   |    |       | самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен                     |
|                             | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2  |       |  |
|                             | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2  |       |  |
|                             | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2  |       |  |
|                             | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2  |       |  |
|                             | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2  |       |  |
|                             | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 10 |       |  |
|                             | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 12 |       |  |
|                             | Проработка лекционного материала                                  | 2  |       |  |
|                             | Итого   | 36 |       |  |
| 3 Синтез конечных автоматов | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 10 | ПК-14 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Экзамен |
|                             | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 12 |       |  |
|                             | Проработка лекционного материала                                  | 2  |       |  |
|                             | Оформление отчетов по лабораторным работам                        | 2  |       |  |
|                             | Оформление отчетов по лабораторным работам                        | 4  |       |  |
|                             | Оформление отчетов по лабораторным работам                        | 6  |       |  |
|                             | Оформление отчетов по лабораторным работам                        | 6  |       |  |
|                             | Итого   | 42 |       |  |
| Итого за семестр            |   | 90 |       |  |



|       |                       |     |  |         |
|-------|-----------------------|-----|--|---------|
|       | Подготовка к экзамену | 36  |  | Экзамен |
| Итого |                       | 126 |  |         |

### 9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Машина Тьюринга
2. Сети Петри
3. Типы и характеристики редукторов
4. Условия равновесия манипулятора

### 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности   | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---------------------------------|--|---|---|------------------|
| 7 семестр                       |  |   |   |                  |
| Выступление (доклад) на занятии | 10   | 10  |   | 20               |
| Опрос на занятиях               | 10   | 10  |   | 20               |
| Отчет по лабораторной работе    |  | 10  | 20  | 30               |
| Итого максимум за период        | 20   | 30  | 20  | 70               |
| Экзамен                         |  |   |   | 30               |
| Нарастающим итогом              | 20   | 50  | 70  | 100              |

#### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3      |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 2      |

#### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)          | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)    |
|-----------------------|--|------------------|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100   | A (отлично)      |
| 4 (хорошо) (зачтено)  | 85 - 89  | B (очень хорошо) |
|                       | 75 - 84  | C (хорошо)       |

|                                      |                |                         |
|--------------------------------------|----------------|-------------------------|
|                                      | 70 - 74        | D (удовлетворительно)   |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 65 - 69        |                         |
|                                      | 60 - 64        | E (посредственно)       |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Основы робототехники [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. И. Юревич. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 360 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Робототехника : Учебное пособие / Ю. И. Сулимов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 99 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

2. Системы управления движением колесных роботов : учебное пособие / Сергей Федорович Бурдаков, Илья Васильевич Мирошник, Ростислав Эдуардович Стельмаков. - СПб. : Наука, 2001. - 232 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)

3. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов [Текст] : учебное пособие для вузов / С. Ф. Бурдаков, В. А. Дьяченко, А. Н. Тимофеев. - М. : Высшая школа, 1986. - 264 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы / Антипин М. Е. - 2016. 6 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6329>, дата обращения: 17.01.2017.

2. Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по проведению практических занятий / Антипин М. Е. - 2016. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6328>, дата обращения: 17.01.2017.

3. Основы мехатроники и робототехники: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам и практическим занятиям для студентов направления 222000.62 "Инноватика" / Горбенко Т. И. - 2014. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3882>, дата обращения: 17.01.2017.

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

##### Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

##### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Научно-образовательный портал ТУСУРа <http://edu.tusur.ru>

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 414. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютеры -12 шт. Проектор и экран для выступления студентов с презентациями. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения лабораторных работ используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Красноармейская улица, д. 147, 2 этаж, ауд. 237. Состав оборудования: Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц, -20 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows 7 Professional with SP1; а также свободно-распространяемое программное обеспечение Logisim.

#### **13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры 10 шт, подключенные к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с **нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Фонд оценочных средств**

### **14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации**

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

## 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов                           | Виды дополнительных оценочных средств   | Формы контроля и оценки результатов обучения   |
|---|---|--|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка  |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)  |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами  |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

## 14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Управление робототехническими системами**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **27.03.05 Инноватика**

Направленность (профиль): **Управление инновациями в электронной технике**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**

Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

– доцент каф. УИ Антипин М. Е.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код   | Формулировка компетенции  | Этапы формирования компетенций  |
|-------|---|---|
| ПК-14 | способностью разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем | Должен знать Способы математического описания манипуляторов робототехнических систем Принципы циклового, дискретного и непрерывного управления подвижными частями роботов.;<br>Должен уметь Строить математические модели манипуляторов Оценивать устойчивость систем управления роботов Вычислять траектории движения элементов робототехнических систем;<br>Должен владеть Методами синтеза автоматических систем управления роботов; |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии                 | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень)             | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы   |
| Хорошо (базовый уровень)              | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области                                   | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования  | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями   | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач  | Работает при прямом наблюдении   |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-14

ПК-14: способностью разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов                | принципы формирования вычислительных моделей исследуемых процессов и систем  | разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем   | методами реализации вычислительных моделей на ЭВМ   |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>           |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul> |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать  | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------------------|--|---|--|
| Отлично (высокий уровень)             | • Отлично знает все варианты построения вычислительных моделей исследуемых процессов и систем; | • Разрабатывает вычислительные модели исследуемых процессов и систем, в том числе в незнакомых ситуациях; | • Свободно реализует любые вычислительные модели на ЭВМ; |
| Хорошо (базовый уровень)              | • Хорошо ориентируется в вычислительных моделях исследуемых процессов и систем;                | • Уверенно разрабатывает типовые вычислительные модели исследуемых процессов и систем;                    | • Реализует типовые вычислительные модели на ЭВМ;        |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Знает общие принципы построения вычислительных моделей исследуемых                           | • Способен разработать вычислительную модель исследуемого   | • Способен реализовать вычислительную модель на ЭВМ при  |

|  |                     |  |  |
|--|---------------------|--|--|
|  | процессов и систем; | процесса или системы по алгоритму, описанному в методической литературе; | наличии соответствующей инструкции в методической литературе.; |
|--|---------------------|--|--|

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1 Вопросы на самоподготовку

- Машина Тьюринга
- Сети Петри
- Типы и характеристики редукторов
- Условия равновесия манипулятора

#### 3.2 Темы опросов на занятиях

- Решение задачи циклового управления при торможении демпфером
- Решение задачи резонансного циклового управления
- Преобразование координат для поворотного звена
- Преобразование координат для поступательного звена
- Преобразование скоростей и ускорений для поступательного звена
- Преобразование скоростей и ускорений для поворотного звена
- Расчет скоростных сил, действующих на звено манипулятора
- Рекуррентный расчет движения манипулятора

#### 3.3 Темы докладов

- Управление гидравлическим приводом
- Управление пневматическим приводом
- Управление двигателем постоянного тока
- Управление асинхронным двигателем
- Управление бесколлекторным электродвигателем
- Управление синхронной электрической машиной
- Управление колесным приводом
- Управление гусеничным приводом
- Управление беспилотным квадрокоптером
- Управление водометным движителем
- Управление беспилотным реактивным летательным аппаратом
- Автопилот самолета

#### 3.4 Экзаменационные вопросы

- Функциональная схема управления роботом. Уровни управления роботами.
- Типы механических сочленений. Рабочие зоны манипуляторов.
- Прямая и обратная задачи кинематики.
- Геометрическое решение задачи кинематики для манипулятора с цилиндрической рабочей зоной.
- Обобщенные координаты. Обобщенные скорости и ускорения.
- Преобразования координат. Матрица преобразования.
- Вращающаяся система координат. Скорости и ускорения во вращающейся системе.
- Скорость материальной точки в обобщенных координатах.
- Построение системы координат манипулятора методом Денавита-Хартенберга.
- Положение звена манипулятора в системе координат Денавита-Хартенберга (d,a, $\alpha$ , q).



- Прямая и обратная задачи динамики.
- Потенциальная и кинетическая энергия манипулятора. Уравнение в форме Лагранжа.
- Потенциальная и кинетическая энергии манипулятора с цилиндрической рабочей зоной
- Учет упругости звеньев в математическом описании манипулятора.
- Математическое описание привода.
- Векторно-матричное уравнение.
- Скоростные силы, действующие на манипулятор. Теорема Кориолиса.
- Взаимное влияние звеньев манипулятора.
- Принцип Д’Аламбера. Рекуррентная вычислительная форма уравнения уравнений динамики.
- Особенности дискретного циклового управления
- Дискретное позиционное управление
- Понятие траектории манипулятора
- Системы контурного управления роботами.
- Расчет 4-3-4 траектории.
- Типы редукторов. Математическое описание механической передачи. Момент на валу двигателя.
- Эквивалентная схема ДПТ. Электромеханический момент на валу ДПТ.
- Передаточная функция сочленения.
- Анализ передаточной функции сочленения: собственная частота, коэффициент демпфирования.
- Резонансная частота системы.
- Пропорциональная компенсация ошибки позиционирования звена манипулятора.
- Управление по отклонению. Обратная связь по положению и скорости в управлении звеном манипулятора.
- Управление по возмущению. Компенсация возмущений по прямой связи.
- Уравнения статики. Условия равновесия манипулятора
- Динамические характеристики манипулятора
- Частотные характеристики динамической системы
- Условия устойчивости системы управления
- Понятие автомата. Формы представления автомата
- Машина Тьюринга.
- Сети Петри.
- Синтез конечных автоматов.
- Автоматные сети.
- Время срабатывания автоматной сети.
- Комбинационные автоматы. Представление асинхронного автомата сетью комбинационных автоматов.
- Явление риска в автоматных сетях.
- Импульсные сигналы. Операторы переходов. Импульсные автоматные сети.

### **3.5 Темы лабораторных работ**

- Синтез DL-триггера
- Синтез автомата для продажи газированной воды
- Синтез перепрограммируемого кодового замка
- Синтез интеллектуальной системы управления лифтом

### **4 Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций,

согласно п. 12 рабочей программы.

#### **4.1. Основная литература**

1. Основы робототехники [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. И. Юревич. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 360 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. Робототехника : Учебное пособие / Ю. И. Сулимов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 99 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

2. Системы управления движением колесных роботов : учебное пособие / Сергей Федорович Бурдаков, Илья Васильевич Мирошник, Ростислав Эдуардович Стельмаков. - СПб. : Наука, 2001. - 232 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)

3. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов [Текст] : учебное пособие для вузов / С. Ф. Бурдаков, В. А. Дьяченко, А. Н. Тимофеев. - М. : Высшая школа, 1986. - 264 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

#### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы / Антипин М. Е. - 2016. 6 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6329>, свободный.

2. Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по проведению практических занятий / Антипин М. Е. - 2016. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6328>, свободный.

3. Основы мехатроники и робототехники: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам и практическим занятиям для студентов направления 222000.62 "Инноватика" / Горбенко Т. И. - 2014. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3882>, свободный.

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Научно-образовательный портал ТУСУРа <http://edu.tusur.ru>