**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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Вещественный интерполяционный метод в теории автоматического управления

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **15.04.06 Мехатроника и робототехника**
Направленность (профиль): **Управление разработками робототехнических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**
Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 8 | 8 | часов |
| 2 | Практические занятия | 32 | 32 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 24 | 24 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 64 | 64 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 116 | 116 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 180 | 180 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 216 | 216 | часов |
| | | 6.0 | 6.0 | З.Е |

Экзамен: 3 семестр
Курсовая работа (проект): 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18968

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 21 от « 20 » 1 2017 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного 21 ноября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» января 2017 года, протокол №21.

Разработчик:

д.т.н., профессор НИ ТПУ _____ В.И. Гончаров

доцент, зав. кафедрой УИ, ТУСУР _____ Г. Н. Нариманова

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

Декан ФИТ, ТУСУР _____ Г. Н. Нариманова

Заведующий обеспечивающей каф.
СУиМ, НИ ТПУ _____ В.Е. Губин

Заведующий выпускающей каф. УИ, ТУСУР _____ Г. Н. Нариманова

Эксперты:

профессор кафедры УИ _____ А. И. Солдатов

доцент кафедры УИ _____ М. Е. Антипин

Согласована на портале № 18968

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Усвоение студентами знаний по численным методам расчета, исследование и проектирование исполнительных систем управления в мехатронике и робототехнике

### 1.2. Задачи дисциплины

Научить студентов использовать вещественный интерполяционный метод в теории автоматического управления

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Вещественный интерполяционный метод в теории автоматического управления» (Б1.В.ОД.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: «Разработка робототехнических комплексов и систем», «Управление робототехническими комплексами и системами».

Последующими дисциплинами являются: «Научно-исследовательская работа (рассред.)», «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности», «Преддипломная практика».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей;

ПК-3 способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** численный метод расчета исполнительных систем мехатронных и робототехнических систем и методики их исследований с использованием методов математического моделирования; алгоритмы для разработки специального программного обеспечения, обеспечивающих решение задач проектирования мехатронных и робототехнических систем на основе вещественного интерполяционного метода; пути составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули; основные функциональные возможности инструментальных средств диагностики в теории автоматического управления

– **уметь** использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования; готовить технические задания на проектирование мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных устройств с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники, а также новых устройств и подсистем

– **владеть** способностью использовать в практической деятельности новые знания и умения, как относящиеся к своему научному направлению, так и в новых областях знаний; знаниями организации и проведения экспериментов на действующих мехатронных и робототехнических системах, их подсистемах и отдельных модулях с целью определения их эффективности и определения путей совершенствования

Согласована на портале № 18968

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 3 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 64 | 64 |
| Лекции | 8 | 8 |
| Практические занятия | 32 | 32 |
| Лабораторные работы | 24 | 24 |
| Самостоятельная работа (всего) | 116 | 116 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 30 | 30 |
| Проработка лекционного материала | 42 | 42 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 44 | 44 |
| Всего (без экзамена) | 180 | 180 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость ч | 216 | 216 |
| Зачетные Единицы | 6.0 | 6.0 |

## 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 (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | | | |
| 1 Базовые понятия вещественного интерполяционного метода | 2 | 2 | 0 | 14 | 18 | ПК-1, ПК-3 |
| 2 Способы получения вещественных моделей и численных характеристик | 2 | 4 | 0 | 10 | 16 | ПК-1, ПК-3 |
| 3 Действия над численными характеристиками | 0 | 6 | 0 | 6 | 12 | ПК-1, ПК-3 |
| 4 Составление уравнений синтеза регуляторов | 0 | 6 | 6 | 12 | 24 | ПК-1, ПК-3 |
| 5 Методы получения желаемых передаточных функций | 2 | 8 | 12 | 40 | 62 | ПК-1, ПК-3 |
| 6 Решение уравнений синтеза регуляторов | 2 | 6 | 6 | 34 | 48 | ПК-1, ПК-3 |
| Итого за семестр | 8 | 32 | 24 | 116 | 180 | |
| Итого | 8 | 32 | 24 | 116 | 180 | |

Согласована на портале № 18968

### 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 |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Базовые понятия вещественного интерполяционного метода | Введение. Цели и задачи освоения дисциплины. Интегральное преобразование Лапласа, его частные случаи. Вещественное интегральное преобразование. | 2 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Способы получения вещественных моделей и численных характеристик | Способы получения вещественных функций-изображений и их применение в задачах проектирования систем автоматического управления, в том числе исполнительных систем управления в мехатронике и робототехнике. Достоинства и ограничения методов их решения | 2 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Методы получения желаемых передаточных функций | Получение желаемых передаточных функций вещественным интерполяционным методом по переходным и импульсным переходным характеристикам. | 2 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Решение уравнений синтеза регуляторов | Итерационный способ приближения к искомому решению. Обеспечение максимального быстродействия САУ. | 2 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 8 | |

### 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 | 4 | 5 | 6 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | |
| 1 Разработка робототехнических комплексов и систем | | | | | + | + |
| 2 Управление робототехническими | | + | + | + | | |

Согласована на портале № 18968

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| комплексами и системами | | | | | | |
| Последующие дисциплины | | | | | | |
| 1 Научно-исследовательская работа (рассред.) | + | + | | + | | + |
| 2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | | + | + | + | | + |
| 3 Преддипломная практика | + | + | | + | + | + |

**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 работы | Самостоятельная работа | |
| ПК-1 | + | + | + | + | Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Реферат |
| ПК-3 | + | + | + | + | Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Реферат |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 4 Составление уравнений синтеза регуляторов | Получение модели объекта управления по его экспериментальной переходной характеристике | 2 | ПК-1, ПК-3 |
| | Получение модели объекта управления по его реакции на произвольный | 4 | |

Согласована на портале № 18968

| | | | |
|---|---|---|---|
| | входной сигнал | | |
| | Итого | 6 | |
| 5 Методы получения желаемых передаточных функций | Получение дискретной модели объекта управления по его передаточной функции | 4 | ПК-1, ПК-3 |
| | Выбор узлов дискретизации при формировании дискретной модели объекта управления | 4 | |
| | Исследование перекрестного свойства вещественных моделей объектов управления | 4 | |
| | Итого | 12 | |
| 6 Решение уравнений синтеза регуляторов | Получение передаточной функции разомкнутой системы | 4 | ПК-1, ПК-3 |
| | Исследование алгоритма синтеза регулятора вещественным интерполяционным методом | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 24 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Базовые понятия вещественного интерполяционного метода | Интегральное преобразование Лапласа, его частные случаи. Вещественное интегральное преобразование. | 2 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Способы получения вещественных моделей и численных характеристик | Модели в форме численных характеристик, их достоинства и ограничения. Расчет условий дискретизации вещественных функций. Связь узлов с прямыми показателями качества. Решение обратной задачи – восстановление непрерывных моделей по их численным характеристикам. | 4 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Действия над численными характеристиками | Матричная форма представления численных характеристик. | 6 | ПК-1, ПК-3 |

Согласована на портале № 18968

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Диагональная форма матричного представления численных характеристик передаточных функций, ее достоинства в вычислительных процедурах, в том числе при обращении матриц. Действия над численными характеристиками. | | |
| | Итого | 6 | |
| 4 Составление уравнений синтеза регуляторов | Уравнения синтеза регуляторов на основе моделей замкнутых и разомкнутых систем автоматического управления. Переход от уравнений синтеза замкнутых САУ к уравнениям в описаниях разомкнутых систем. | 6 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Методы получения желаемых передаточных функций | Получение желаемых передаточных функций вещественным интерполяционным методом по переходным и импульсным переходным характеристикам. Формирование желаемых передаточных функций по прямым показателям качества. Обеспечение робастности систем автоматического управления. | 8 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 8 | |
| 6 Решение уравнений синтеза регуляторов | Итерационный способ приближения к искомому решению. Обеспечение максимального быстродействия САУ. Использование заданной величины перерегулирования при формировании критерия близости эталонной и синтезированной систем. | 6 | ПК-1, ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 32 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Базовые понятия вещественного интерполяционного | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1, ПК-3 | Домашнее задание, Реферат, Экзамен |

Согласована на портале № 18968

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| метода | Проработка лекционного материала | 8 | | |
| | Итого | 14 | | |
| 2 Способы получения вещественных моделей и численных характеристик | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-1, ПК-3 | Домашнее задание, Реферат, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 6 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 3 Действия над численными характеристиками | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1, ПК-3 | Домашнее задание, Реферат |
| | Итого | 6 | | |
| 4 Составление уравнений синтеза регуляторов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1, ПК-3 | Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Реферат |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 5 Методы получения желаемых передаточных функций | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 16 | ПК-1, ПК-3 | Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 12 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | | |
| | Итого | 40 | | |
| 6 Решение уравнений синтеза регуляторов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1, ПК-3 | Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 16 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | | |
| | Итого | 34 | | |
| Итого за семестр | | 116 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена / зачета | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 152 | | |

**9.1. Вопросы на проработку лекционного материала**

1. Интегральное преобразование Лапласа, его частные случаи.
2. Обеспечение максимального быстродействия САУ
3. Формирование желаемых передаточных функций по прямым показателям качества.

Согласована на портале № 18968

## 10. Курсовая работа (проект)

### 10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- Получение моделей систем и сигналов в форме вещественных функций ;
- Формирование моделей систем и сигналов в численной форме;
- Алгоритмы решения задач идентификации объектов управления;
- Синтез регуляторов систем автоматического управления по моделям в форме численных характеристик

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по лабораторной работе | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Реферат | 10 | 10 | 5 | 25 |
| Итого максимум за период | 25 | 25 | 20 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 25 | 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) |

Согласована на портале № 18968

| | | |
|---|---|---|
| 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 теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем: Учебное пособие для вузов / Е. А. Никулин. - СПб. : БХВ-Петербург, 2004. (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.)
2. Теория автоматического управления: учебное пособие / А. Г. Карпов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании. - Томск : ТМЛ-Пресс, 2011 - . Ч. 1. - Томск : ТМЛ-Пресс, 2011. - 211 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Итерационно-интерполяционный метод и его приложения : Учебное пособие для вузов / А. М. Гришин, В. И. Зинченко, К. Н. Ефимов и др.; Ред. А. М. Гришин ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет, Региональная общественная организация "Томское общество ученых механиков и теплофизиков". - Томск : Издательство Томского университета, 2004 (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)
2. Синтез регуляторов систем автоматического управления объектами, описываемыми иррациональными и трансцендентными передаточными функциями [Текст] : автореферат диссертации на соискание ученой кандидата технических наук. 05.13.01 / Ф. Д. Нгуен ; рук. работы В. И. Гончаров. - Томск : Издательство ТПУ, 2011. - 18 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория автоматического управления: Руководство к организации самостоятельной работы / Лебедев Ю. М., Коновалов Б. И. - 2006. 118 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/808, дата обращения: 25.04.2017.
2. Теория автоматического управления.: Учебное методическое пособие по проведению практических, лабораторных и самостоятельных занятий для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. - 2016. 105 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6250, дата обращения: 25.04.2017.
3. Теория автоматического управления: Методические указания к курсовому проектированию / Лебедев Ю. М. - 2017. 126 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6913, дата обращения: 25.04.2017.

#### 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;

Согласована на портале № 18968

– 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

Образовательный портал ТУСУРа http:\\edu.tusur.ru; Библиотека ТУСУРа http:\\lib.tusur.ru, информационные ресурсы кафедры Управление инновациями http:\\ui.tusur

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

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

Образовательный портал ТУСУРа http:\\edu.tusur.ru; Библиотека ТУСУРа http:\\lib.tusur.ru, информационные ресурсы кафедры Управление инновациями http:\\ui.tusur

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

Для проведения практических занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская д. 147, 2 этаж, ауд. 235. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -10 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional ; Microsoft Office Access 2003. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

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

Для проведения лабораторных занятий используются учебные аудитории, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 414. и г. Томск ул. Красноармейская д. 147, 2 этаж, ауд. 235. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -10 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional ; Microsoft Office Access 2003. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### 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 в количестве - 6 шт.; компьютеры подключены 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.

Согласована на портале № 18968

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;

Согласована на портале № 18968

– 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.

Согласована на портале № 18968

**Приложение 1**

**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

# Вещественный интерполяционный метод в теории автоматического управления

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **15.04.06 Мехатроника и робототехника**
Направленность (профиль): **Управление разработками робототехнических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**
Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2016 года

Разработчик:
доцент, зав. кафедрой УИ Г. Н. Нариманова

Экзамен: 3 семестр
Курсовая работа (проект): 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18968

## 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-3 | способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий | Должен знать численный метод расчета исполнительных систем мехатронных и робототехнических систем и методики их исследований с использованием методов математического моделирования; алгоритмы для разработки специального программного обеспечения, обеспечивающих решение задач проектирования мехатронных и робототехнических систем на основе вещественного интерполяционного метода; пути составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные и управляющие модули; основные функциональные возможности инструментальных средств диагностики в теории автоматического управления ;<br>Должен уметь использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования; готовить технические задания на проектирование мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных устройств с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники, а также новых устройств и подсистем ;<br>Должен владеть способностью использовать в практической деятельности новые знания и умения, как относящиеся к своему научному направлению, так и в новых областях знаний; знаниями организации и |
| ПК-1 | способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей | |

Согласована на портале № 18968

| | | |
|---|---|---|
| | | проведения экспериментов на действующих мехатронных и робототехнических системах, их подсистемах и отдельных модулях с целью определения их эффективности и определения путей совершенствования ; |

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, приспосабливает 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-3

ПК-3: способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий.

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 | как разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с | разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с | методиками разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и способностью проводить их |

Согласована на портале № 18968

| | | | |
|---|---|---|---|
| | применением современных информационных технологий | применением современных информационных технологий | исследование с применением современных информационных технологий |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Домашнее задание;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Реферат;<br>• Экзамен;<br>• Курсовая работа (проект); | • Домашнее задание;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Реферат;<br>• Экзамен;<br>• Курсовая работа (проект); | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Реферат;<br>• Экзамен;<br>• Курсовая работа (проект); |

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) | • теоретические основы для разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем.; | • разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и может проводить их исследование с применением современных информационных технологий; | • навыками разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий.; |
| Хорошо (базовый уровень) | • теоретическую основу для исследования макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем; | • проводить исследование макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем с применением современных информационных технологий; | • отдельными навыками разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование; |
| Удовлетворительно (пороговый | • основные определения, | • проводить отдельные исследования макетов | • методикой исследования |

Согласована на портале № 18968

| | | | |
|---|---|---|---|
| уровень) | используемые для исследования макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем; | модулей мехатронных и робототехнических систем. ; | управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем; |

### 2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | как составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей | составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей | способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые | • Домашнее задание; | • Домашнее задание; | • Отчет по |

Согласована на портале № 18968

| | | | |
|---|---|---|---|
| средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Реферат;<br>• Экзамен;<br>• Курсовая работа (проект); | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Реферат;<br>• Экзамен;<br>• Курсовая работа (проект); | лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Реферат;<br>• Экзамен;<br>• Курсовая работа (проект); |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • как составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей; | • Обладает диапазоном практических умений составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей; | • Контролирует работу при составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знает факты, общие понятия, составляя математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики; | • Обладает диапазоном практических умений составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули; | • Частично контролирует работу при составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой |

Согласована на портале № 18968

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Обладает базовыми общими знаниями, составляя математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем; | • умеет частично составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем; | • Работает под наблюдением при составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, а так же их подсистем; |

## 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 Темы рефератов

- Интегральное преобразование Лапласа, его частные случаи
- Модели в форме численных характеристик, их достоинства и ограничения.
- Решение обратной задачи – восстановление непрерывных моделей по их численным характеристикам
- Уравнения синтеза регуляторов на основе моделей замкнутых и разомкнутых систем автоматического управления
- Получение желаемых передаточных функций вещественным интерполяционным методом по переходным и импульсным переходным характеристикам.
- Формирование желаемых передаточных функций по прямым показателям качества.

### 3.2 Темы домашних заданий

1. Получение моделей систем и сигналов в форме вещественных функций
2. Формирование моделей систем и сигналов в численной форме
3. Алгоритмы решения задач идентификации объектов управления
4. Синтез регуляторов систем автоматического управления по моделям в форме численных характеристик
5. Уравнения синтеза регуляторов на основе моделей замкнутых и разомкнутых систем автоматического управления.
6.Обеспечение максимального быстродействия САУ

### 3.3 Экзаменационные вопросы

1.Цели и задачи освоения дисциплины. Интегральное преобразование Лапласа, его частные случаи.
2. Вещественное интегральное преобразование.
3. Способы получения вещественных функций-изображений и их применение в задачах проектирования систем автоматического управления, в том числе исполнительных систем управления в мехатронике и робототехнике. Достоинства и ограничения методов их решения.
4. Модели в форме численных характеристик, их достоинства и ограничения.

Согласована на портале № 18968

5. Расчет условий дискретизации вещественных функций.
6. Связь узлов с прямыми показателями качества.
7. Решение обратной задачи – восстановление непрерывных моделей по их численным характеристикам.
8. Матричная форма представления численных характеристик.
9. Диагональная форма матричного представления численных характеристик передаточных функций, ее достоинства в вычислительных процедурах, в том числе при обращении матриц.
10. Действия над численными характеристиками
11. Уравнения синтеза регуляторов на основе моделей замкнутых и разомкнутых систем автоматического управления.
12. Переход от уравнений синтеза замкнутых САУ к уравнениям в описаниях разомкнутых систем
13. Получение желаемых передаточных функций вещественным интерполяционным методом по переходным и импульсным переходным характеристикам.
14. Формирование желаемых передаточных функций по прямым показателям качества.
15. Обеспечение робастности систем автоматического управления
16. Итерационный способ приближения к искомому решению.
17.Обеспечение максимального быстродействия САУ.
18. Использование заданной величины перерегулирования при формировании критерия близости эталонной и синтезированной систем.

### 3.4 Темы лабораторных работ

1. Получение дискретной модели объекта управления по его передаточной функции
2. Выбор узлов дискретизации при формировании дискретной модели объекта управления
3. Исследование перекрестного свойства вещественных моделей объектов управления
4. Получение модели объекта управления по его экспериментальной переходной характеристике
5. Получение модели объекта управления по его реакции на произвольный входной сигнал
6. Получение передаточной функции разомкнутой системы
7. Исследование алгоритма синтеза регулятора вещественным интерполяционным методом

### 3.5 Темы курсовых проектов (работ)

1. Способы получения вещественных функций-изображений и их применение в задачах проектирования систем автоматического управления
2. Расчет условий дискретизации вещественных функций
3. Решение обратной задачи – восстановление непрерывных моделей по их численным характеристикам
4. Диагональная форма матричного представления численных характеристик передаточных функций.
5. Уравнения синтеза регуляторов на основе моделей замкнутых и разомкнутых систем автоматического управления.
6. Формирование желаемых передаточных функций по прямым показателям качества.
7. Итерационный способ приближения к искомому решению

## 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 фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

Согласована на портале № 18968

### 4.1. Основная литература

1. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем : Учебное пособие для вузов / Е. А. Никулин. - СПб. : БХВ-Петербург, 2004. (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.)

2. Теория автоматического управления [Текст] : учебное пособие / А. Г. Карпов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании. - Томск : ТМЛ-Пресс, 2011 - . Ч. 1. - Томск : ТМЛ-Пресс, 2011. - 211 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

### 4.2. Дополнительная литература

1. Итерационно-интерполяционный метод и его приложения : Учебное пособие для вузов / А. М. Гришин, В. И. Зинченко, К. Н. Ефимов и др.; Ред. А. М. Гришин ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет, Региональная общественная организация "Томское общество ученых механиков и теплофизиков". - Томск : Издательство Томского университета, 2004 (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

2. Синтез регуляторов систем автоматического управления объектами, описываемыми иррациональными и трансцендентными передаточными функциями [Текст] : автореферат диссертации на соискание ученой кандидата технических наук. 05.13.01 / Ф. Д. Нгуен ; рук. работы В. И. Гончаров. - Томск : Издательство ТПУ, 2011. - 18 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория автоматического управления: Руководство к организации самостоятельной работы / Лебедев Ю. М., Коновалов Б. И. - 2006. 118 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/808, свободный.

2. Теория автоматического управления.: Учебное методическое пособие по проведению практических, лабораторных и самостоятельных занятий для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. - 2016. 105 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6250, свободный.

3. Теория автоматического управления: Методические указания к курсовому проектированию / Лебедев Ю. М. - 2017. 126 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6913, свободный.

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

1. Образовательный портал ТУСУРа http:\\edu.tusur.ru; Библиотека ТУСУРа http:\\lib.tusur.ru, информационные ресурсы кафедры Управление инновациями http:\\ui.tusur

Согласована на портале № 18968