

**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**

**Методы и алгоритмы синтеза автоматических регуляторов**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2012 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Самостоятельная работа	54	54	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного 12 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

Доцент каф. КСУП \_\_\_\_\_ А. Е. Карелин

Заведующий обеспечивающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_ Ю. А. Шурыгин

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

Декан ФВС \_\_\_\_\_ Л. А. Козлова

Заведующий выпускающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_ Ю. А. Шурыгин

Эксперт:

Доцент Кафедра КСУП \_\_\_\_\_ Н. Ю. Хабибулина

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

являются формирование у студентов знаний и умений в области построения систем автоматического управления с идентификацией объекта управления.

### 1.2. Задачи дисциплины

- приобретение студентами знаний по принципам построения адаптивных систем управления;
- ознакомление студентов с методами идентификации систем;
- приобретение студентами практических навыков синтеза самонастраивающихся автоматических систем.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы и алгоритмы синтеза автоматических регуляторов» (Б1.В.ДВ.10.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Математика, Моделирование систем и процессов, Новые методы оценивания неизвестных величин, Теория автоматического управления, Технологические процессы автоматизированных производств.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-3 готовностью применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств;
- ПК-6 способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа;
- ПК-18 способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** методологические основы функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления (САУ); методы анализа технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления; методы построения математических моделей, их упрощения; технологию планирования эксперимента.
- **уметь** строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления; осуществлять синтез автоматических регуляторов.
- **владеть** навыками обработки экспериментальных данных; навыками синтеза систем автоматического регулирования.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	18	18

Самостоятельная работа (всего)	54	54
Оформление отчетов по лабораторным работам	18	18
Проработка лекционного материала	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	26	26
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

## 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
8 семестр						
1 Принцип адаптации в задачах автоматического управления.	2	0	0	2	4	ПК-18, ПК-3, ПК-6
2 Самонастраивающиеся системы.	4	4	0	6	14	ПК-18, ПК-3, ПК-6
3 Идентификация в адаптивных системах с обучаемой моделью.	6	6	4	12	28	ПК-18, ПК-3, ПК-6
4 Алгоритмы параметрической идентификации.	6	8	14	34	62	ПК-18, ПК-3, ПК-6
Итого за семестр	18	18	18	54	108	
Итого	18	18	18	54	108	

### 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
8 семестр			
1 Принцип адаптации в задачах автоматического управления.	Особенности управления объектами и процессами с переменными параметрами. Классы адаптивных автоматических систем (саморганизующиеся,	2	ПК-18, ПК-3, ПК-6

	самоалгоритмизирующиеся, самонастраивающиеся).		
	Итого	2	
2 Самонастраивающиеся системы.	Обобщенные структуры. Типы самонастраивающихся автоматических систем. Статически оптимальная следящая система. Система автоматической стабилизации с эталонной настраиваемой моделью основного контура. Система автоматической стабилизации с эталонной настраиваемой (обучаемой) моделью объекта.	4	ПК-18, ПК-3, ПК-6
	Итого	4	
3 Идентификация в адаптивных системах с обучаемой моделью.	Модели объектов и внешнего возмущения среды. Идентифицируемость объектов в замкнутых системах управления. Структурные условия идентифицируемости в замкнутых системах управления. Точность идентификации.	6	ПК-18, ПК-3, ПК-6
	Итого	6	
4 Алгоритмы параметрической идентификации.	Метод наименьших квадратов (МНК). Рекуррентный МНК. Рекуррентные односточечные и многоточечные алгоритмы. Алгоритмы стохастической аппроксимации.	6	ПК-18, ПК-3, ПК-6
	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	4
Предшествующие дисциплины				
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+
2 Математика				+
3 Моделирование систем и процессов		+	+	
4 Новые методы оценивания неизвестных величин			+	+
5 Теория автоматического управления	+		+	
6 Технологические процессы автоматизированных производств			+	

#### 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-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-18	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

#### 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
8 семестр			
3 Идентификация в адаптивных системах с обучаемой моделью.	Моделирование адаптивной системы с обучаемой моделью	4	ПК-18, ПК-3, ПК-6
	Итого	4	
4 Алгоритмы параметрической идентификации.	Исследование проекционных одномерных рекуррентных алгоритмов оценивания параметров моделей линейных статических объектов	4	ПК-18, ПК-3, ПК-6

	Исследование рекуррентного алгоритма вычисления псевдообратной матрицы	4	
	Исследование многоточечных рекуррентных алгоритмов оценивания параметров линейных моделей, основанных на применении псевдообратных матриц	6	
	Итого	14	
Итого за семестр		18	

### 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
<b>8 семестр</b>			
2 Самонастраивающиеся системы.	Система автоматической стабилизации с эталонной ненастраиваемой моделью основного контура.	2	ПК-18, ПК-3, ПК-6
	Система автоматической стабилизации с эталонной настраиваемой (обучаемой) моделью объекта.	2	
	Итого	4	
3 Идентификация в адаптивных системах с обучаемой моделью.	Модели объектов и внешнего возмущения среды.	4	ПК-18, ПК-3, ПК-6
	Идентифицируемость объектов в замкнутых системах управления.	2	
	Итого	6	
4 Алгоритмы параметрической идентификации.	Метод наименьших квадратов (МНК).	2	ПК-18, ПК-3, ПК-6
	Рекуррентный МНК.	2	
	Алгоритмы стохастической аппроксимации. Процедура Роббинса-Монро.	2	
	Алгоритмы стохастической аппроксимации. Процедура Кифера-Вольфовица.	2	
	Итого	8	
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
8 семестр				
1 Принцип адаптации в задачах автоматического управления.	Проработка лекционного материала	2	ПК-18, ПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Экзамен
	Итого	2		
2 Самонастраивающиеся системы.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-18, ПК-3, ПК-6	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
3 Идентификация в адаптивных системах с обучаемой моделью.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-18, ПК-3, ПК-6	Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
4 Алгоритмы параметрической идентификации.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-18, ПК-6, ПК-3	Домашнее задание, Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	14		



	Итого	34		
Итого за семестр		54		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		90		

### 10. Курсовая работа (проект)

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
8 семестр				
Домашнее задание	5	5		10
Защита отчета		5	5	10
Контрольная работа	6	6		12
Опрос на занятиях	4	5	5	14
Отчет по лабораторной работе		12	12	24
Итого максимум за период	15	33	22	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	48	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
$\geq 90\%$ 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. Рекуррентная идентификация процессов и объектов и ее применение в построении адаптивных систем управления [Текст] : учебник / А. Е. Карелин, А. В. Майстренко, А. А. Светлаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2011. - 180 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 140-143. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Адаптивные системы автоматического управления : Учебное пособие / Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР ; Ред. В. Б. Яковлев. - Л. : Издательство Ленинградского университета, 1984. - 204 с. : ил. - Библиогр.: с. 195-199. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

2. Оптимальные и адаптивные системы : Учебное пособие для вузов / А. Г. Александров. - М. : Высшая школа, 1989. - 264 с. : ил. - Библиогр.: с. 257-261. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

3. Основы информационной теории идентификации : научное издание / Яков Залманович Цыпкин. - М. : Наука, 1984. - 320 с. : ил, табл. - Библиогр.: с. 295-320. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Лабораторный практикум по междисциплинарному курсу «Обобщенные обратные матрицы и их применение в задачах автоматизации технологических процессов и производств» [Текст] : учебное пособие / А. Е. Карелин, А. В. Майстренко, А. А. Светлаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : [б. и.], 2010. - 147 с. : ил., табл. Библиогр. в конце работ. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

2. Scilab:Решение инженерных и математических задач /Е. Р. Алексеев, Е. А. Чеснокова, Е. А. Рудченко. - М. : ALT Linux ; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 269 с. : ил. ; 8 с. цв. Вклейки.- (Библиотека ALT Linux). (используется при проведении практических занятий и самостоятельной работы)(Дата обращения:27.05.2017) [Электронный ресурс]. - <http://docs.altlinux.org/books/2008/altlibrary-scilab-20090409.pdf>

#### 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. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Выполнение лабораторных работ и практических заданий осуществляется с применением свободно распространяемого математического пакета Scilab 5.5. <http://http://www.scilab.org/>

## **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**

учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74,2 этаж, ауд. 207. Состав оборудования: Учебная мебель; Проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Core i5-4460 /4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Монитор BenQ GW2255 – 5 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: ОС Microsoft Windows 7 Professional, scilab 5.5.1 (64-bit); компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74,2 этаж, ауд. 207. Состав оборудования: Учебная мебель; Проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Core i5-4460 /4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Монитор BenQ GW2255 – 5 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: ОС Microsoft Windows 7 Professional, scilab 5.5.1 (64-bit); компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74,2 этаж, ауд. 207. Состав оборудования: Учебная мебель; Проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Core i5-4460 /4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Монитор BenQ GW2255 – 5 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: ОС Microsoft Windows 7 Professional, scilab 5.5.1 (64-bit); 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.

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**

**Методы и алгоритмы синтеза автоматических регуляторов**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2012 года

Разработчик:

– Доцент каф. КСУП А. Е. Карелин

Экзамен: 8 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-3	готовностью применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энерго-сберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств	Должен знать методологические основы функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления (САУ); методы анализа технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления; методы построения математических моделей, их упрощения;
ПК-6	способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	технологии планирования эксперимента.; Должен уметь строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления; осуществлять синтез автоматических регуляторов.;
ПК-18	способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством	Должен владеть навыками обработки экспериментальных данных; навыками синтеза систем автоматического регулирования.;

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: готовностью применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств.

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	методологические основы функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления (САУ)	осуществлять синтез автоматических регуляторов по заданным критериям эффективности	Методами разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей средства в автоматизации технологических процессов и производств с применением современных информационных технологий.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• классы адаптивных автоматических систем;</li> <li>• особенности управления объектами и процессами с переменными параметрами;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выбирать критерий эффективности зависящий от параметров технологического процесса и обеспечивающий рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов;</li> <li>• строить модели объектов (процессов) и внешнего возмущения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками определения цели и задачи эксперимента исходя из плана работы и теоретических предпосылок.;</li> <li>• различными способами представления результатов в графической, математической форме, в форме физических моделей.;</li> <li>• современными сред-</li> </ul>



		среды;	ствами моделирования технологических процессов.;
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• классы адаптивных автоматических систем;</li> <li>• особенности управления объектами и процессами с переменными параметрами;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выбирать критерий эффективности зависящий от параметров технологического процесса и обеспечивающий рациональное использование сырьевых, энергетических и других видов ресурсов;</li> <li>• строить модели объектов (процессов) и внешнего возмущения среды;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• определяет цели и задачи эксперимента с использованием плана работы, учебного пособия и методических указаний.;</li> <li>• современными средствами моделирования технологических процессов.;</li> <li>• различными способами представления результатов в графической, математической форме, в форме физических моделей.;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• особенности управления объектами и процессами с переменными параметрами;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать стандартные алгоритмы решения задач с помощью учебно-методического пособия или преподавателя;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• определяет цели и задачи эксперимента с помощью преподавателя и методических указаний.;</li> <li>• способами представления результатов в графической, математической форме.;</li> </ul>

## 2.2 Компетенция ПК-6

ПК-6: способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа.

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	методы построения математических моделей, их упрощения; технологию планирования эксперимента	строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления	навыками обработки экспериментальных данных
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Домашнее задание;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Домашнее задание;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по лаборатор-</li> </ul>

ния	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Экзамен;</li> </ul>
-----	---	---	--

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• технологию планирования эксперимента;</li> <li>• ранги неопределенности в описании модели "объект-внешняя среда";</li> <li>• этапы построения модели технологического процесса (объекта);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать алгоритмы параметрической идентификации объектов управления;</li> <li>• использовать алгоритмы структурной идентификации объектов управления;</li> <li>• проводить анализ результатов идентификации объектов управления;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками обработки экспериментальных данных;</li> <li>• навыками проверки адекватности полученной модели объекта управления;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ранги неопределенности в описании модели "объект-внешняя среда";</li> <li>• этапы построения модели технологического процесса (объекта);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать алгоритмы параметрической идентификации объектов управления;</li> <li>• проводить анализ результатов идентификации объектов управления;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками обработки экспериментальных данных;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• этапы построения модели технологического процесса (объекта);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать алгоритмы параметрической идентификации объектов управления;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• базовыми навыками обработки экспериментальных данных;</li> </ul>

### 2.3 Компетенция ПК-18

ПК-18: способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методы анализа технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления;	выбирать методы и способы моделирования процессов и явлений оценивать границы применимости методов моделирования в области автоматизации технологических процессов и	навыками синтеза систем автоматического регулирования

		производств.	
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• рекуррентный метод наименьших квадратов;</li> <li>• алгоритмы стохастической аппроксимации (процедура Кифера-Вольфовица, процедура Роббинса-Монро);</li> <li>• классические методы параметрической идентификации (метод наименьших квадратов);</li> <li>• многоточечный рекуррентный алгоритм оценивания параметров линейных моделей, основанный на применении псевдообратных матриц;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выбирать методы и способы моделирования процессов и явлений оценивать границы применимости методов моделирования в области автоматизации технологических процессов и производств.;</li> <li>• использовать известные пакеты прикладных программ, предназначенных для математического моделирования технологических процессов и проектирования автоматизированных систем управления данными процессами и их отдельными стадиями;</li> <li>• применять отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками синтеза самонастраивающихся систем автоматической стабилизации с эталонной настраиваемой (обучаемой) моделью объекта;</li> <li>• навыками программной реализации алгоритмов систем автоматического регулирования с применением пакетов прикладных программ;</li> <li>• навыками синтеза самонастраивающихся систем автоматической стабилизации с эталонной ненастраиваемой моделью основного контура;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• рекуррентный метод наименьших квадратов;</li> <li>• классические методы параметрической идентификации (метод наименьших квадратов);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать известные пакеты прикладных программ, предназначенных для математического моделирования технологических про-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками программной реализации алгоритмов систем автоматического регулирования с применением пакетов прикладных про-</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• алгоритмы стохастической аппроксимации (процедура Кифера-Вольфовица, процедура Роббинса-Монро);</li> <li>• одноточечный рекуррентный алгоритм оценивания параметров моделей линейных статических объектов;</li> </ul>	<p>цессов и проектирования автоматизированных систем управления данными процессами и их отдельными стадиями;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выбирать методы и способы моделирования процессов и явлений оценивать границы применимости методов моделирования в области автоматизации технологических процессов и производств.;</li> </ul>	<p>грамм;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками синтеза самонастраивающихся систем автоматической стабилизации с эталонной ненастраиваемой моделью основного контура;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• классические методы параметрической идентификации (метод наименьших квадратов);</li> <li>• одноточечный рекуррентный алгоритм оценивания параметров моделей линейных статических объектов;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать известные пакеты прикладных программ, предназначенных для математического моделирования технологических процессов и проектирования автоматизированных систем управления данными процессами и их отдельными стадиями;</li> <li>• умеет применять некоторые методы моделирования технологических процессов на элементарном уровне.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками синтеза самонастраивающихся систем автоматической стабилизации с эталонной ненастраиваемой моделью основного контура;</li> </ul>

### 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 домашних заданий

- Реализовать рекуррентный метод наименьших квадратов в среде инженерных расчетов scilab.
- Реализовать рекуррентный алгоритма вычисления псевдообратных матриц в среде инженерных расчетов scilab.

#### 3.2 Темы опросов на занятиях

- Самонастраивающиеся системы. Система автоматической стабилизации с эталонной ненастраиваемой моделью основного контура.
- Самонастраивающиеся системы. Система автоматической стабилизации с эталонной настраиваемой (обучаемой) моделью объекта.
- Идентификация в адаптивных системах с обучаемой моделью. Модели объектов и внешнего возмущения среды.
- Идентификация в адаптивных системах с обучаемой моделью. Идентифицируемость объектов в замкнутых системах управления.

- Алгоритмы параметрической идентификации. Метод наименьших квадратов (МНК).
- Алгоритмы параметрической идентификации. Рекуррентный МНК.
- Алгоритмы параметрической идентификации. Процедура Кифера-Вольфовица.
- Алгоритмы параметрической идентификации. Процедура Роббинса-Монро.

### **3.3 Темы контрольных работ**

- Классы адаптивных автоматических систем.
- Система автоматической стабилизации с эталонной настраиваемой (обучаемой) моделью объекта.
- Алгоритмы параметрической идентификации

### **3.4 Экзаменационные вопросы**

- Принцип адаптации в задачах автоматического управления. Особенности управления объектами и процессами с переменными параметрами.
- Принцип адаптации в задачах автоматического управления. Классы адаптивных автоматических систем.
- Самонастраивающиеся системы. Обобщенные структуры.
- Самонастраивающиеся системы. Типы самонастраивающихся автоматических систем.
- Самонастраивающиеся системы. Статически оптимальная следящая система.
- Самонастраивающиеся системы. Система автоматической стабилизации с эталонной не-настраиваемой моделью основного контура.
- Самонастраивающиеся системы. Система автоматической стабилизации с эталонной настраиваемой (обучаемой) моделью объекта.
- Идентификация в адаптивных системах с обучаемой моделью. Модели объектов и внешнего возмущения среды.
- Идентификация в адаптивных системах с обучаемой моделью. Идентифицируемость объектов в замкнутых системах управления.
- Идентификация в адаптивных системах с обучаемой моделью. Структурные условия идентифицируемости в замкнутых системах управления.
- Идентификация в адаптивных системах с обучаемой моделью. Точность идентификации.
- Алгоритмы параметрической идентификации. Метод наименьших квадратов (МНК).
- Алгоритмы параметрической идентификации. Рекуррентный МНК.
- Алгоритмы параметрической идентификации. Процедура Кифера-Вольфовица.
- Алгоритмы параметрической идентификации. Процедура Роббинса-Монро.
- Алгоритмы параметрической идентификации. Одноточечный рекуррентный алгоритм оценивания параметров моделей линейных статических объектов.
- Алгоритмы параметрической идентификации. Многоточечный рекуррентный алгоритм оценивания параметров линейных моделей, основанный на применении псевдообратных матриц.

### **3.5 Темы лабораторных работ**

- Моделирование адаптивной системы с обучаемой моделью
- Исследование проекционных одноточечных рекуррентных алгоритмов оценивания параметров моделей линейных статических объектов
- Исследование рекуррентного алгоритма вычисления псевдообратной матрицы
- Исследование многоточечных рекуррентных алгоритмов оценивания параметров линейных моделей, основанных на применении псевдообратных матриц

## **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. Рекуррентная идентификация процессов и объектов и ее применение в построении адаптивных систем управления [Текст] : учебник / А. Е. Карелин, А. В. Майстренко, А. А. Светлаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2011. - 180 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 140-143. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

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

1. Адаптивные системы автоматического управления : Учебное пособие / Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР ; Ред. В. Б. Яковлев. - Л. : Издательство Ленинградского университета, 1984. - 204 с. : ил. - Библиогр.: с. 195-199. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

2. Оптимальные и адаптивные системы : Учебное пособие для вузов / А. Г. Александров. - М. : Высшая школа, 1989. - 264 с. : ил. - Библиогр.: с. 257-261. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

3. Основы информационной теории идентификации : научное издание / Яков Залманович Цыпкин. - М. : Наука, 1984. - 320 с. : ил, табл. - Библиогр.: с. 295-320. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

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

1. Лабораторный практикум по междисциплинарному курсу «Обобщенные обратные матрицы и их применение в задачах автоматизации технологических процессов и производств» [Текст] : учебное пособие / А. Е. Карелин, А. В. Майстренко, А. А. Светлаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : [б. и.], 2010. - 147 с. : ил., табл. Библиогр. в конце работ. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

2. Scilab:Решение инженерных и математических задач /Е. Р. Алексеев, Е. А. Чеснокова, Е. А. Рудченко. - М. : ALT Linux ; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 269 с. : ил. ; 8 с. цв. Вклейки.- (Библиотека ALT Linux). (используется при проведении практических занятий и самостоятельной работы)(Дата обращения:27.05.2017) [Электронный ресурс]. - <http://docs.altlinux.org/books/2008/altlibrary-scilab-20090409.pdf>

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

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

2. Выполнение лабораторных работ и практических заданий осуществляется с применением свободно распространяемого математического пакета Scilab 5.5. <http://http://www.scilab.org/>