

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра робототехники и
технической кибернетики
(РиТК_ЭМФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра робототехники и
технической кибернетики
(РиТК_ЭМФ)**

наименование кафедры

А.Н. Сочнев

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ
АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 Моделирование систем автоматического
управления

Направление подготовки / 15.04.06 Мехатроника и робототехника
специальность _____

Направленность
(профиль) _____

Форма обучения очная

Год набора 2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

150000 «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Программу
составили

канд.техн.наук, доцент, Смольников А.П.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Формирование у магистров навыков для построения моделей объектов управления, планирования и организации эксперимента с использованием компьютерных технологий, использования пакетов прикладных программ для исследования и проектирования систем автоматического управления в робототехнике и мехатронике

1.2 Задачи изучения дисциплины

Математическое описание и моделирование систем автоматического управления в области автоматизации и роботизации производства; получение общекультурных и профессиональных компетенций

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-3: владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные и специализированные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, знать и соблюдать основные требования информационной безопасности	
Уровень 1	основные динамические характеристики и их параметры; способы описания непрерывных и дискретных систем управления: метод переменных состояния, операторный коэффициент передачи, комплексные частотные характеристики;
Уровень 1	применять пакет прикладных программ Control System Toolbox для анализа процессов в САУ;
Уровень 1	методами моделирования непрерывных и дискретных САУ; методами моделирования робототехнических систем;
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	
Уровень 1	задачи и метод моделирования, основные критерии подобия механики, термодинамики, гидродинамики и аэродинамики;
Уровень 1	построить математическую модель электромеханической системы автоматического управления;
Уровень 1	математическим аппаратом для описания робототехнических систем; методами синтеза САУ с помощью программных продуктов, методами идентификации;

ПК-2: способностью 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	
Уровень 1	структурные модели-аналоги и их реализация в среде Simulink-Matlab; пакеты Control System Toolbox, Nonlinear Control Design Optimization Toolbox; пакет прикладных программ SimPowerSystems; моделирование физических процессов в асинхронном двигателе (АД), двигателе постоянного тока и синхронном двигателе;
Уровень 1	применять пакет прикладных программ Control System Toolbox для анализа процессов в САУ; применять пакет прикладных программ SimPowerSystems; моделировать процессы в электромеханических системах;
Уровень 1	методами анализа устойчивости и точности дискретных САУ;
ПК-5: способностью разрабатывать методики проведения экспериментов и проводить эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем, обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	
Уровень 1	понятие структурной и параметрической идентификации систем в частотной и временной областях их описания; математические и компьютерные модели основных элементов автоматизированных электротехнических и энергетических комплексов;
Уровень 1	основные вопросы идентификация систем управления;
Уровень 1	методами синтеза САУ с помощью программных продуктов, методами идентификации;
ПК-6: готовностью к составлению аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	
Уровень 1	структурные модели-аналоги и их реализация в среде Simulink-Matlab; моделирование физических процессов в асинхронном двигателе (АД), двигателе постоянного тока и синхронном двигателе;
Уровень 1	моделировать процессы в электромеханических системах;
Уровень 1	методами моделирования робототехнических систем

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Моделирование систем автоматического управления

Математика, физика, теоретическая механика, теоретические основы электротехники, электротехника, теория автоматического управления;

электрические приводы мехатронных и робототехнических систем.

Управление робототехническими системами

Проектирование автоматизированных комплексов

Системы экстремального управления

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		1
Общая трудоемкость дисциплины	5 (180)	5 (180)
Контактная работа с преподавателем:	1,5 (54)	1,5 (54)
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	1 (36)	1 (36)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	2,5 (90)	2,5 (90)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие вопросы моделирования	4	0	0	0	ОПК-3 ПК-1 ПК-2 ПК-5 ПК-6
2	Основные положения теории управления. Пакет прикладных программ Control System Toolbox	6	0	10	0	ОПК-3 ПК-1 ПК-2 ПК-5 ПК-6
3	Основные вопросы идентификации систем управления. Пакет прикладных программ System Identification Toolbox	4	0	8	0	ОПК-3 ПК-1 ПК-2 ПК-5 ПК-6
4	Математические и компьютерные модели основных элементов автоматизированных электротехнических и энергетических комплексов	4	0	18	90	ОПК-3 ПК-1 ПК-2 ПК-5 ПК-6

Всего	18	0	36	90	
-------	----	---	----	----	--

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Понятие модели. Классификационные признаки. Задачи и методы моделирования. Принцип системного подхода. Виды подобия. Масштабы процессов и параметров систем. Константы, индикаторы, критерии подобия, критериальные зависимости. Способы получения критериев подобия: метод анализа размерностей, метод интегральных аналогов, метод нормализации уравнений.	2	0	0
2	1	Основные критерии подобия механики, термодинамики, гидродинамики и аэродинамики. Критерии подобия электрических цепей и электромагнитных полей. Способы построения подобных и дуальных цепей. Структурные моделианалоги и их реализация в среде Simulink-MatLab. Электрические аналоги магнитных, тепловых, гидродинамических процессов. Примеры построения моделей объектов управления методом аналогий.	2	0	0

3	2	<p>Задачи, общие принципы и структура систем управления. Основные динамические характеристики и их параметры. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость, многомерные системы. Способы описания непрерывных и дискретных систем управления: метод переменных состояния, операторный коэффициент передачи, комплексные частотные характеристики.</p>	2	0	0
4	2	<p>Инвариантность систем управления. Чувствительность. Типы регуляторов. Корректирующие устройства. Изучение свойств звеньев и структур различной топологии с помощью пакета Control System Toolbox. Настройка регуляторов. Нелинейные системы управления.</p>	2	0	0
5	2	<p>Пакет программ Nonlinear Control Design. Вопросы оптимизации систем управления. Пакет Optimization Toolbox. Современные методы управления. Пакеты программ Robust Control Toolbox, Model Predictive Control Toolbox.</p>	2	0	0

6	3	<p>Понятие структурной и параметрической идентификации.</p> <p>Типовые структуры систем с дискретным временем. Особенности идентификации систем в частотной и временной областях их описания.</p>	2	0	0
7	3	<p>Выбор идентифицирующих сигналов, способов оценивания и проверки адекватности модели.</p> <p>Построение модели временного ряда с помощью оценивания параметров моделей авторегрессии и авторегрессии скользящего среднего.</p>	2	0	0

8	4	<p>Структура пакета прикладных программ SimPowerSystems.</p> <p>Моделирование механических систем электропривода роботов.</p> <p>Математическое описание двухмассовой последовательной упругой механической части электропривода.</p> <p>Моделирование электромеханических преобразователей в электроприводе.</p> <p>Математическое описание физических процессов в двигателе постоянного тока независимого возбуждения ДПТ НВ.</p> <p>Полная и упрощенная структурные модели ДПТ НВ.</p> <p>Линеаризованная структурная схема двигателя при двухзонном регулировании.</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

9	4	<p>Моделирование физических процессов в асинхронном двигателе (АД). Структурная модель электромеханического преобразования в АД.</p> <p>Моделирование физических процессов в синхронном двигателе. Структурная модель синхронного двигателя.</p> <p>Моделирование регулируемых источников электрической энергии.</p> <p>Математические модели тиристорного преобразователя постоянного тока.</p> <p>Критерий выбора математической модели тиристорного преобразователя.</p> <p>Математические модели преобразователей частоты.</p>	2	0	0
Всего			18	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	Синтез и исследование системы управления с модальным регулятором.	2	0	0
2	2	Исследование системы управления с наблюдающим устройством.	2	0	0

3	2	Настройка параметров ПИД-регулятора на основе оптимизационного метода.	2	0	0
4	2	Исследование нелинейной системы методом гармонической линеаризации.	2	0	0
5	2	Исследование линейной импульсной системы	2	0	0
6	3	Идентификация параметров звеньев на основе временных рядов «вход-выход»	4	0	0
7	3	Методы идентификации технологических объектов в АСУ ТП.	4	0	0
8	4	Моделирование электромеханических преобразователей в электроприводе. Математическое описание физических процессов в двигателе постоянного тока независимого возбуждения ДПТ НВ.	2	0	0
9	4	Моделирование физических процессов в асинхронном двигателе (АД). Структурная модель электромеханического преобразования в АД.	4	0	0
10	4	Моделирование физических процессов в синхронном двигателе. Структурная модель синхронного двигателя.	4	0	0
11	4	Математические модели тиристорного преобразователя постоянного тока.	4	0	0
12	4	Математические модели преобразователей частоты.	4	0	0
Итого			26	0	0

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Смольников А. П.	Теория автоматического управления. Линейные системы: учебное пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005
Л1.2	Смольников А. П., Ткачев Н. Н., Сочнев А. Н.	Теория автоматического управления: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск, 2007
Л1.3	Смольников А. П.	Теория автоматического управления: лабораторный практикум [для студентов напр. 221000.62 «Мехатроника и робототехника», 140605.65 «Электротехнологические установки и системы», 140101.65 «Тепловые электрические станции»]	Красноярск: СФУ, 2013

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Сухарев Э. А.	Методы моделирования и оптимизации механических систем машин и оборудования: учеб. пособие	Ровно: НУВХП, 2008
Л1.2	Павловский Ю. Н., Белотелов Н. В., Бродский Ю. И.	Имитационное моделирование: учеб. пособие для вузов	М.: Академия, 2008
Л1.3	Морозов В. К., Рогачев Г. Н.	Моделирование информационных и динамических систем: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Автоматизация и управление"	Москва: Академия, 2011
Л1.4	Советов Б. Я., Яковлев С. А.	Моделирование систем. Практикум: учебное пособие для студентов вузов (бакалавров), обучающихся по направлениям "Информатика и вычислительная техника" и "Информационные системы"	Москва: Юрайт, 2012

Л1.5	Первозванский А. А.	Курс теории автоматического управления: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2015
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Ощепков А. Ю.	Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2013
Л2.2	Гайдук А. Р., Беляев В. Е., Пьявченко Т. А.	Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2016
Л2.3	Советов Б.Я., Яковлев С.А.	Моделирование систем. Практикум: учеб. пособие для вузов	М.: Высшая школа, 2005
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Смольников А. П.	Теория автоматического управления. Линейные системы: учебное пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005
Л3.2	Смольников А. П., Ткачев Н. Н., Сочнев А. Н.	Теория автоматического управления: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск, 2007
Л3.3	Смольников А. П.	Теория автоматического управления: лабораторный практикум [для студентов напр. 221000.62 «Мехатроника и робототехника», 140605.65 «Электротехнологические установки и системы», 140101.65 «Тепловые электрические станции»]	Красноярск: СФУ, 2013

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Сибирский федеральный университет	www.sfu-kras.ru
Э2	Консультационный центр MATLAB	http://matlab.exponenta.ru/
Э3	Образовательный математический сайт Exponenta.ru. Раздел Matlab	http://www.exponenta.ru/soft/matlab/matlab.asp

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в части нарушения слуха, предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Методические указания для отдельных видов учебной работы дисциплины.

Лекционный материал синхронизирован с проведением лабораторных занятий по основным разделам дисциплины. При чтении лекций и проведении лабораторных занятий предусматривается использование мультимедийных средств и интерактивной доски.

Содержание модулей, разделов и тем теоретического курса изложено в программе дисциплины. Для изучения теоретического материала используются основные источники [1, 2, 3,4, 5, 6], а для изучения дополнительных вопросов, в том числе в рамках НИРС, источники [7, 8, 9, 10]. Теоретический материал изучается при выполнении лабораторных работ и их защите.

Для выполнения лабораторных работ используется лабораторный практикум [1] и описания лабораторных работ в электронной форме.

Число лабораторных работ равно 12, в соответствии с программой курса, и они отражают все разделы учебного курса. Работы выполняются на персональных ЭВМ, на основе наиболее совершенного для исследования автоматических систем программного продукта Matlab и реальном современном оборудовании.

Самостоятельная работа студентов включает углубленное изучение основных разделов программы с использованием основной и дополнительной литературы, подготовку к лабораторным работам.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Учебно-исследовательская система инженерных и научных расчетов Matlab 8.0
9.1.2	Пакеты программ для ПЭВМ для анализа и синтеза линейных, нелинейных и взаимосвязанных САУ.

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Не используются.
-------	------------------

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Проведение занятий лекционного типа требует оснащение лекционного зала мультимедийным оборудованием (проектор, интерактивная доска) – ауд. Б-202.

Проведение лабораторных работ требует следующего оснащения: компьютерный класс, оснащенный компьютерами с необходимым программным обеспечением, приведенным в п. 9.1, и доступом в интернет; учебная лаборатория «Автоматическое управление и приводная техника» - ауд.Б-202.