

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор обеспечивающей
школы ИШИТР

Сонькин Д.М.

«28» июня 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Идентификация, фильтрация и наблюдение в системах управления

Направление подготовки/ специальность	15.04.06 – Мехатроника и робототехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Управление робототехническими комплексами и мехатронными системами		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		152	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовая работа	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

экзамен, диф. зачет, курсовая работа	Обеспечивающее подразделение	ОАР ИШИТР
--	---------------------------------	--------------

Заведующий кафедрой –
руководитель Отделения
Руководитель ООП
Преподаватель

	Леонов С.В.
	Малышенко А.М.
	Гайворонский С.А.

2019 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код	Наименование
ПК(У)-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(У)-1.31	Знает методы математического описания и формирования математических моделей динамических систем
		ПК(У)-1.У1	Умеет использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления
		ПК(У)-1.В1	Имеет опыт составления математических моделей, описывающих состояния и процессы в мехатронных и робототехнических устройствах и системах
		ПК(У)-1.32	Знает методы структурно-параметрической идентификации систем
		ПК(У)-1.У2	Умеет составлять математические модели динамических систем, описывающие их состояния и протекающих в них процессов
		ПК(У)-1.В2	Имеет опыт приведения математических моделей динамических систем к типовым формам «вход-выход» и «вход-состояние-выход»
		ПК(У)-1.33	Знает аппарат операционного исчисления и его использование для описания вход-выходных отображений в мехатронных и робототехнических устройствах и системах
		ПК(У)-1.У3	Умеет приводить исходные математические модели динамических систем к типовым формам «вход-выход» и «вход-состояние-выход»
		ПК(У)-1.В3	Имеет опыт описания состояний и процессов в динамических системах с использованием аппарата передаточных функций и передаточных матриц
ПК(У)-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	ПК(У)-2.32	Знать программно-технические средства, используемых для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах
		ПК(У)-2.У2	Уметь использовать программно-технические средства для построения мехатронных и робототехнических систем
		ПК(У)-	Владеть опытом разработки

		2.B2	программного обеспечения для мехатронных и робототехнических систем и их подсистем на основе современных языков программирования
		ПК(У)-2.33	Знает возможности, условия применимости и свойства наиболее распространенных методов машинного обучения и нейронных сетей при построении, проверке качества и эксплуатации формальных математических моделей
		ПК(У)-2.У3	Уметь проводить настройку дополнительного системного и прикладного инструментального программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем и их подсистем
		ПК(У)-2.B3	Владеет технологией решения типовых математических задач с помощью программно-технического средства Visual Studio C++
		ПК(У)-2.34	Знает основы программно-технического средства (Visual Studio C++) для обработки, анализа и обобщения информации, математического описания технических систем, а также их составных частей
		ПК(У)-2.У4	Умеет использовать программно-техническое средство (Visual Studio C++) для для обработки информации и управления
ПК(У)-3	способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий	ПК(У)-3.31	Знает основные принципы физического макетирования
		ПК(У)-3.B1	Владеет современными информационными технологиями, применяемыми при решении задач анализа и синтеза основных модулей мехатронных и робототехнических систем

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенции
Код	Наименование	
РД-1	Знание Знает методы математического описания и формирования математических моделей динамических систем	ПК(У)-1
РД-6	Владение Имеет опыт приведения математических моделей динамических систем к типовым формам «вход-выход» и «вход-состояние-выход»	ПК(У)-1
РД-	Умение Умеет использовать основные методы построения математических моделей	ПК(У)-1

2	процессов, систем, их элементов и систем управления	
РД-3	Владение Имеет опыт составления математических моделей, описывающих состояния и процессы в мехатронных и робототехнических устройствах и системах	ПК(У)-1
РД-4	Знание Знает методы структурно-параметрической идентификации систем	ПК(У)-1
РД-5	Умение Умеет составлять математические модели динамических систем, описывающие их состояния и протекающих в них процессов	ПК(У)-1
РД-7	Знание Знает аппарат операционного исчисления и его использование для описания вход-выходных отображений в мехатронных и робототехнических устройствах и системах	ПК(У)-1
РД-8	Умение Умеет приводить исходные математические модели динамических систем к типовым формам «вход-выход» и «вход-состояние-выход»	ПК(У)-1
РД-10	Знание Знает возможности, условия применимости и свойства наиболее распространенных методов машинного обучения и нейронных сетей при построении, проверке качества и эксплуатации формальных математических моделей	ПК(У)-2
РД-9	Владение Имеет опыт описания состояний и процессов в динамических системах с использованием аппарата передаточных функций и передаточных матриц	ПК(У)-1
РД-11	Умение Уметь проводить настройку дополнительного системного и прикладного инструментального программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем и их подсистем	ПК(У)-2
РД-12	Владение Владеет технологией решения типовых математических задач с помощью программно-технического средства Visual Studio C++	ПК(У)-2
РД-13	Знание Знает основы программно-технического средства (Visual Studio C++) для обработки, анализа и обобщения информации, математического описания технических систем, а также их составных частей	ПК(У)-2
РД-16	Умение Уметь использовать программно-технические средства для построения мехатронных и робототехнических систем	ПК(У)-2
РД-15	Знание Знать программно-технические средства, используемых для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах	ПК(У)-2
РД-14	Умение Умеет использовать программно-техническое средство (Visual Studio C++) для для обработки информации и управления	ПК(У)-2
РД-17	Владение Владеть опытом разработки программного обеспечения для мехатронных и робототехнических систем и их подсистем на основе современных языков программирования	ПК(У)-2
РД-18	Знание Знает основные принципы физического макетирования	ПК(У)-3
РД-19	Владение Владеет современными информационными технологиями, применяемыми при решении задач анализа и синтеза основных модулей мехатронных и робототехнических систем	ПК(У)-3

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Математические модели систем управления		Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	38
Раздел 2. Методы идентификации параметров объектов управления		Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	38

Раздел 3. Виды фильтров для систем управления и их реализация		Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	38
Раздел 4. Построение наблюдающих устройств для систем управления		Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	38

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Математические модели систем управления

Основные понятия для систем управления. Подходы к математическому моделированию. Идентификация параметров системы.

Темы лекций:

1. Математические модели систем управления

Темы практических занятий:

1. Построение математических моделей объектов идентификации
2. Идентификация методом активного эксперимента параметров звеньев первого и второго порядков с помощью переходной функции
3. Частотный метод идентификации объектов методом активного эксперимента по амплитудам и фазам входного и выходного гармонических сигналов

Темы лабораторных работ:

1. Моделирование объектов идентификации
2. Идентификация параметров звеньев первого и второго порядков с помощью переходной функции
3. Идентификация параметров объекта по амплитудам и фазам входного и выходного гармонических сигналов

Раздел 2. Методы идентификации параметров объектов управления

Рассматриваются основные методы идентификации параметров системы: частотная и амплитудная. Статическая и динамическая идентификация.

Темы лекций:

1. Методы идентификации параметров объектов управления

Темы практических занятий:

1. Частотный метод идентификации объектов методом активного эксперимента по амплитудам входного и выходного гармонических сигналов
2. Оценка параметров статических объектов методом пассивного эксперимента на основе метода наименьших квадратов
3. Параметрическая идентификация динамических объектов методом пассивного эксперимента на основе метода наименьших квадратов

Темы лабораторных работ:

1. Идентификация параметров объекта по амплитудам входного и выходного гармонических сигналов

2. Оценка параметров статического объекта на основе метода наименьших квадратов
3. Оценка параметров динамического объекта на основе метода наименьших квадратов

Раздел 3. Виды фильтров для систем управления и их реализация

Виды фильтров. Фильтр низких, высоких, средних частот. Расчет параметров фильтров. Псевдолинейные фильтры.

Темы лекций:

1. Виды фильтров для систем управления и их реализация

Темы практических занятий:

1. Адаптивные алгоритмы идентификации
2. Расчет линейных фильтров низких частот, высоких частот, полосовых фильтров, режекторных фильтров
3. Расчет параметров псевдолинейных фильтров для систем управления на основе нелинейных переключающих элементов

Темы лабораторных работ:

1. Моделирование линейных фильтров низких частот, высоких частот, полосовых фильтров, режекторных фильтров
2. Моделирование псевдолинейных фильтров для систем управления на основе нелинейных переключающих элементов
3. Моделирование псевдолинейных фильтров для систем управления на основе нелинейных элементов с гистерезисной характеристикой

Раздел 4. Построение наблюдающих устройств для систем управления

Наблюдатели. Типы наблюдателей. Наблюдатель полного порядка. Построение наблюдателя.

Темы лекций:

1. Построение наблюдающих устройств для систем управления

Темы практических занятий:

1. Расчет параметров псевдолинейных фильтров для систем управления на основе нелинейных элементов с гистерезисной характеристикой
2. Наблюдающие устройства для стационарных систем
3. Адаптивные наблюдающие устройства

Темы лабораторных работ:

1. Моделирование наблюдающего устройства для стационарных систем
2. Моделирование адаптивного наблюдающего устройства
3. Моделирование системы управления с адаптивным наблюдающим устройством

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Джиган, В. И.. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы [Электронный ресурс] / Джиган В. И.. — Москва: Техносфера, 2013. — 528 с.. — Книга из коллекции Техносфера - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-94836-342-4.
2. Смирнов, Ю. А.. Управление техническими системами : учебное пособие [Электронный ресурс] / Смирнов Ю. А.. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 264 с.. — Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-8114-3899-0.
3. Соколов, С. В.. Стохастическая оценка, управление и идентификация в высокоточных навигационных системах [Электронный ресурс] / Соколов С. В., Погорелов В. А.. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 264 с.. — Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-9221-1672-5.

Дополнительная литература

1. Атрошенко, Юлиана Константиновна. Автоматизированные системы управления АЭС : учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. К. Атрошенко, Е. В. Иванова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.5 Mb). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..
2. Вещественный интерполяционный метод в задач автоматического управления : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. С. Алексеев [и др.]; Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.16 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..
3. Коновалов, Виктор Иванович. Идентификация и диагностика систем : учебное пособие / В. И. Коновалов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 154 с.: ил.. — Библиогр.: с. 151-153..

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Электронный курс «Основы права». Режим доступа:
<https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2359>
2. Конституция Российской Федерации – <http://www.constitution.ru/>
3. Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы).
4. Электронный каталог ТПУ – www.oel.tomsk.ru

Информационно-справочные системы:

1. Информационно-справочная система КОДЕКС – <https://kodeks.ru/>
2. Справочно-правовая система КонсультантПлюс – <http://www.consultant.ru/>

Профессиональные Базы данных:

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

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с Перечнем лицензион-

ного программного обеспечения ТПУ):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings;
4. Zoom;
5. Интегрированный пакет математического моделирования MATLAB + Simulink.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Учебный корпус № 10, 415, 634028 РФ, Томская обл., г.Томск, пр-кт Ленина, д.2	Компьютер - 1 шт.;Проекторы - 1 шт. Макет космического аппарата ГЛОНАСС-К в масштабе 1:10 - 1 шт.;Макет космического аппарата МОЛНИЯ в масштабе 1:10 - 1 шт.;Макет космического аппарата ЛУЧ в масштабе 1:10 - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Шкаф для одежды - 1 шт.;Шкаф для документов - 4 шт.;Тумба подкатная - 5 шт.;Стул - 30 шт.;Стол лабораторный - 5 шт.;Стол для преподавателя - 1 шт.;Стол аудиторный - 16 шт.;Кресло - 1 шт.;
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) Учебный корпус № 10, 116А, 634028 РФ, Томская обл., г.Томск, пр-кт Ленина, д.2	Компьютер - 22 шт.;Принтеры - 1 шт.;Проекторы - 2 шт. Кресло - 18 шт.;Стул - 4 шт.;Стол аудиторный - 23 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.04.06 – Мехатроника и робототехника – Управление роботами и мехатронными системами (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Ученая степень, ученое звание	ФИО
Доцент ОАР	к.т.н., доцент	Гайворонский С.А.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения ОАР (протокол от 28.06.2019 г. № 18а).

Руководитель ОАР,
к.т.н., доцент

 / Леонов С.В. /
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины¹

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОАР (протокол)

¹ Ежегодное обновление программы с учетом развития науки, культуры, экономики, техники и технологий, социальной сферы.