

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШИТР

Сонькин Д.М.

_____ (ФИО)

«__» _____ 202__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Теория эксперимента в исследовании систем

Направление подготовки/ специальность	15.04.06 Мехатроника и робототехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Управление робототехническими комплексами и мехатронными системами		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	осенний
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	24	
	Курсовая работа	есть	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Зачет, диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ИШИТР ОАР
Заведующий кафедрой - руководитель отделения			Филипас А.А.
Руководитель ООП			Мальшенко А.М.
Преподаватель			Казakov В.Ю.

2020 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 компетенций)	
		Код	Наименование
ОК-1, ОПК- 2, ПК-5, ПК-11	<p>ОК-1 - способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень</p> <p>ОПК-2 - владение в полной мере основным физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств</p> <p>ПК-5 - способность 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 ;</p> <p>ПК-11 готовность разрабатывать методику проведения экспериментальных исследований и испытаний мехатронной или робототехнической системы, способностью участвовать в проведении таких испытаний и обработке их результатов</p>	ОК-1.В1	Имеет опыт использования основных источников получения информации по повышению интеллектуального и общекультурного уровня
		ОПК-2.В4	Владеет аппаратом математической статистики, случайных процессов для проведения исследований и моделирования физических процессов и явлений, а также, для решения других профессиональных задач.
		ОПК-2.У5	Умеет использовать вероятностные и статистические методы для обработки данных, описания и исследования процессов в разрабатываемых устройствах и системах
		ПК-11.В1	Имеет опыт составления методики экспериментальных исследований и испытаний
		ПК-11.У1	Умеет формировать и декомпозировать цель и этапы экспериментальных исследований
		ПК-11.31	Знает основные теоретические положения по планированию экспериментов.
		ПК-11.У2	Умеет составлять оптимальные планы экспериментальных исследований применительно к мехатронным и робототехническим системам и их подсистемам
		ПК-11.32	Знает правила выбора оптимальных планов проведения многофакторных экспериментов
		ПК-11.В3	Имеет опыт обработки экспериментальных данных применительно к мехатронным и робототехническим системам, а также к их подсистемам
		ПК-11.У3	Умеет обрабатывать результаты экспериментальных исследований, выявлять аналитические зависимости для выявляемых вход-выходных отображений
		ПК-11.33	Знает правила корректного оценивания результатов экспериментальных исследований с учетом объема проведенных испытаний и влияния случайных факторов
		ПК-5.31	Знает методики планирования многофакторных экспериментов
		ПК-5.32	Знает теорию планирования оптимальных экспериментов
ПК-5.33	Знает методы и алгоритмы обработки результатов экспериментов		

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части модуля общепрофессиональных дисциплин учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Владеет аппаратом математической статистики, теории случайных процессов для проведения исследований и моделирования физических процессов и явлений, а также, для решения других профессиональных задач. Умеет использовать вероятностные и статистические методы для обработки данных, описания и исследования процессов в разрабатываемых устройствах и системах. Имеет опыт использования основных источников получения информации по повышению интеллектуального и общекультурного уровня	ОПК-2.В4 ОПК-2.У5 ОК-1.В1
РД-2	Имеет опыт составления методики экспериментальных исследований и испытаний. Умеет формировать и декомпозировать цель и этапы экспериментальных исследований. Знает основные теоретические положения по планированию экспериментов.	ПК-11.В1 ПК-11.У1 ПК-11.31
РД-3	Умеет составлять оптимальные планы экспериментальных исследований применительно к мехатронным и робототехническим системам и их подсистемам. Знает правила выбора оптимальных планов проведения многофакторных экспериментов. Знает методики планирования многофакторных экспериментов Знает теорию планирования оптимальных экспериментов	ПК-11.У2 ПК-11.32 ПК-5.31 ПК-5.32
РД-4	Имеет опыт обработки экспериментальных данных применительно к мехатронным и робототехническим системам, а также к их подсистемам. Умеет обрабатывать результаты экспериментальных исследований, выявлять аналитические зависимости для выявляемых вход-выходных отображений. Знает правила корректного оценивания результатов экспериментальных исследований с учетом объема проведенных испытаний и влияния случайных факторов Знает методы и алгоритмы обработки результатов экспериментов	ПК-11.В3 ПК-11.У3 ПК-11.33 ПК-5.33

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 (модуль) 1.	РД-1	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 2.	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4

		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 3.	РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 4.	РД-4	Лекции	-
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	15

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Базовые понятия математической статистики

Основные понятия теории вероятностей и математической статистики. Базовые понятия по типам экспериментальных исследований, по планированию эксперимента.

Темы лекций:

1. Введение. Понятие эксперимента – основные термины и определения. Факторы, классификация факторов, активный и пассивный эксперимент. Лабораторный и промышленный эксперимент. Принципы планирования и организации экспериментальных исследований. Этапы проведения эксперимента.

Темы практических занятий:

1. Исследование случайной величины выборочным методом. Точечные и интервальные оценки параметров распределения.
2. Формулировка и проверка статистических гипотез.

Темы лабораторных занятий:

1. Изучение параметров случайных величин

Раздел 2. Основные типы экспериментальных исследований.

Имеет опыт составления методики экспериментальных исследований и испытаний. Умеет формировать и декомпозировать цель и этапы экспериментальных исследований. Знает основные теоретические положения по планированию экспериментов.

Темы лекций:

1. Организация и планирование эксперимента с целью определения значимости влияния факторов на отклик. Алгоритм дисперсионного анализа.
2. Организация и планирование эксперимента с целью определения регрессионной зависимости. Алгоритм регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов.

Темы практических занятий:

1. Однофакторный дисперсионный анализ. Многофакторный дисперсионный анализ. Таблица дисперсионного анализа. Критерий Фишера.
2. Линейная и нелинейная регрессия. Гипотеза об адекватности регрессионной модели.

Темы лабораторных занятий:

1. Основы одномерного регрессионного анализа.

Раздел 3. Факторные планы регрессионного анализа.

Полно и подробно факторные планы. Задача оптимизации планов эксперимента. D-оптимальные планы эксперимента.

Темы лекций:

1. Понятие факторных планов эксперимента. Полно факторный эксперимент типа 2^m . Размерный и безразмерный план эксперимента. Этапы статистической обработки данных полно факторного эксперимента.

Темы практических занятий:

1. Планирование и обработка результатов дробно факторного эксперимента.
2. D-оптимальные планы эксперимента.

Темы лабораторных работ:

1. Основы планирования полного факторного эксперимента.
2. Основы планирования дробного факторного эксперимента.

Раздел 4. Исследование систем с помощью методов идентификации.

Понятие идентификации системы. Нормальный режим. Контур идентификации. Множество моделей. Критерии согласия модели с экспериментальными данными. Алгоритмы расчета параметров моделей по экспериментальным данным.

Темы практических занятий:

1. Модели стационарных линейных систем: FIR, ARX, ARMAX. Модели в пространстве состояний.
2. Методы параметрического оценивания. Линейная регрессия и метод наименьших квадратов.

Темы лабораторных работ:

1. Непараметрические временные и частотные методы идентификации линейных систем.
2. Знакомство с интерактивной подсистемой MatLab для идентификации систем в нормальном режиме – *ident*.

Темы курсовой работы.

Задание по курсовой работе содержит два вопроса для разработки.

1. Составить план эксперимента по выяснению регрессионной зависимости, осуществить компьютерный эксперимент и провести статистическую обработку его результатов. *Указание.* Использовать факторные планы.
2. Используя варианты сигналов «вход-выход», провести идентификацию системы. Провести анализ свойств системы: импульсная, переходная, частотные характеристики, модель в пространстве состояний, передаточная функция, модель «нули и полюса». *Указание.* Рассматриваются линейные системы – типовые линейные звенья. Системы с одним входом и одним выходом – SISO.

Варианты отличаются исходными данными.

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 заданию курсовой работы
- Выполнение индивидуального задания;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;

- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

Контроль самостоятельной работы.

1. Защита индивидуальных заданий.
2. Защита отчетов по лабораторным работам
3. Защита курсовой работы

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов опирается на учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (см. пункт 6)

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователей. М.: Наука, 1991 - 432 с.
2. Афанасьева Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента: уч. пособие для вузов. – М.: КноРус, 2010. – 330 с.
3. Короткова Е.И. Планирование и организация эксперимента: уч. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 122 с.
4. Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф. Планирование экспериментов. Мн.: из-во БГУ 1982 – 320 с.

Дополнительная литература:

5. Квеско Н.Г., Чубик П.С. Методы и средства исследований: уч. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 112 с.
6. Ласуков В.В. Математика случайного для специалистов наукоемких, высокотехнологичных инновационных предприятий и организаций: уч. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 139 с.
7. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях: уч. пособие – СПб.: Лань, 2013. – 393 с.
8. Титов Ю.П. Математические методы интерпретации эксперимента: Учеб. пособие для вузов. –М.: Высш. шк., 1989. –351с.: ил.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Учебная лаборатория. 634034 г. Томская область, Томск, ул. Ленина, д.2, учебный корпус №10, аудитории 208б, 220	Компьютерный класс с сетевой версией пакета MatLab. Наличие проекторов и экранов.

Рабочая программа составлена на основе Общей образовательной программы по направлению 15.04.06 Мехатроника и робототехника. Профиль подготовки: Управление робототехническими комплексами и мехатронными (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ИШИТР ОАР		Казаков В.Ю.

Программа одобрена на заседании выпускающего ИШИТР ОАР (протокол от «___»_____201__г. №___).

Руководитель ИШИТР ОАР, к.т.н, доцент

Филипас А.А.

подпись