

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)
 «28» июля 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2019 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
---------------------------------	------------------------------	---------------------------------	------------------

Руководитель ОАР		Леонов С.В.
Руководитель ООП		Мальшешенко А.М.
Преподаватель		Казиков В.Ю.

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 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 б)

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. школа, 1989. – 351с.

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/>

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>
2. Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):
- Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

- Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
- Электронно-библиотечная система «Юрайт» – <https://urait.ru/>
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного 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 Zoom.

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, аудитория 220	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Комплект учебной мебели на 56 посадочных мест; Компьютер – 1 шт.; Проектор – 1 шт. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Webex Meetings; Visual C++ Redistributable Package; MathType 6.9 Lite; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU General Public License 2 with the Classpath Exception; GNU General Public License 2; Chrome
2.	Учебная лаборатория. 634034 г. Томская область, Томск, ул. Ленина, д.2, учебный корпус № 10, аудитория 208Б	Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест; Шкаф для документов – 2 шт. Рабочее место студента для проведения курсов обучения разработки систем измерений, испытаний и контроля в графической среде LabVIEW – 10 шт.; ИБП Ippon Smart Power Pro 1000 – 1 шт.; Компьютер – 11 шт.; Проектор – 1 шт. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Visual C++ Redistributable Package; Project 2010 Standard Russian Academic; Mozilla Public License 2.0; MathType 6.9 Lite; LabVIEW 2009 Academic Site License Campus Teaching; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU General Public License 2 with the Classpath Exception; GNU General Public License 2

Рабочая программа составлена на основе Общей образовательной программы по направлению 15.04.06 Мехатроника и робототехника. Профиль подготовки: Управление робототехническими комплексами и мехатронными (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Ученая степень, ученое звание	ФИО
Доцент ОАР	к.т.н., доцент	Казаков В.Ю.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения автоматизации и робототехники ИШИТР (протокол от 28.06.2019 г. № 18а).

Руководитель ОАР,
к.т.н, доцент



Леонов С.В.