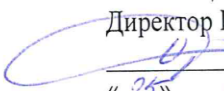


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

 О.Ю. Долматов

«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

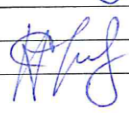
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ**

Направление подготовки/ специальность	14.05.04 Электроника и автоматика физических установок		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроника и автоматика физических установок		
Специализация	Системы управления технологическими процессами и физическими установками		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	40	
	ВСЕГО	72	
Самостоятельная работа, ч		108	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной
аттестации

экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
---------	---------------------------------	------

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	А.Г. Горюнов
	А.Г. Горюнов
	С.Н. Ливенцов

2020г.

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
ПК(У)-2	Способен к освоению новых образцов физических установок	ПК(У)-2.B1	Владеет приемами качественного и количественного анализа характеристик при выборе электрических элементов АСУ для конкретных условий применения
		ПК(У)-2.Y1	Умеет определять структуру динамических моделей электрических элементов и их параметры по результатам анализа характеристик
		ПК(У)-2.31	Знает основные виды математического описания и характеристик электрических элементов САУ
ПК(У)-4	Способен отыскивать и устранять неисправности на физических установках	ПК(У)-4.B1	Владеет приемами составления схем включения основных электрических элементов САУ
		ПК(У)-4.Y1	Умеет проектировать схемы включения основных электрических элементов САУ
		ПК(У)-4.31	Знает устройство, принцип действия, схемы включения, типовые характеристики, виды математического описания основных электрических элементов АСУ
ПК(У)-23	Способен применять современные методы исследования процессов и объектов профессиональной деятельности, применять математический аппарат для формализации, анализа и выработки решения	ПК(У)-23.B10	Владеет подходами выбора и составления схем включения основных электрических элементов АСУ на основании качественного и количественного анализа их характеристик
		ПК(У)-23.Y10	Умеет осуществлять на основании анализа требований и характеристик выбор, разработку схем включения и эксплуатацию электрических элементов АСУ
		ПК(У)-23.310	Знает достоинства и недостатки основных электрических элементов АСУ предназначенных для преобразования физических величин и сигналов

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		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Навык составления схем включения основных электрических элементов АСУ на основании качественного и количественного анализа их характеристик.	ПК(У)-2
РД-2	Знания устройства, принципов действия, схем включения, типовых характеристик, видов математического описания основных электрических элементов АСУ	ПК(У)-4
РД-3	Знания основных видов математического описания и характеристик электрических элементов САУ.	ПК(У)-2
РД-4	Навык приемов качественного и количественного анализа характеристик при выборе электрических элементов АСУ для конкретных условий применения.	ПК(У)-23

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. Введение и общие положения	РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Идентификация элементов САУ	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	15
Раздел 3. Усилительные и коммутационные элементы	РД-1	Лекции	8
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	15
Раздел 4. Электрические двигатели постоянного тока	РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	15
Раздел 5. Двигатели переменного тока	РД-3 РД-4	Лекции	6
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	15
Раздел 6. Электрические исполнительные механизмы систем управления атомных станций и производств ядерного топливного цикла	РД-3	Лекции	6
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	30
Раздел 7. Датчики вращения и перемещения	РД-4	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	8

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение и общие положения – 2 часа.

Излагаются основные элементы САУ, их классификация и основные характеристики.

Темы лекций:

1. Основные элементы САУ их классификация и основные характеристики.

Раздел 2. Идентификация элементов САУ – 14 часов.

Дается математическое описание элементов: типовые уравнения математического описания элементов и их решения, статические и динамические характеристики, передаточные функции, частотные характеристики. Классификация методов идентификации, основополагающие принципы, сравнительные характеристики. Теоретические и экспериментальные методы. Методы пассивного и активного эксперимента. Статистические методы. Методы периодических воздействий и гармонического анализа. Методы аperiodических воздействий. Графические, графоаналитические и интерполяционные

методы. Интегральные методы. Практические методы идентификации. Метод Ормана – условия применения и методика. Применение в условиях промышленных помех. Методика для импульсных тестовых воздействий. Интегральный метод – условия применения и методика.

Темы лекций:

1. Математическое описание электрических элементов систем автоматического управления.
2. Методы идентификации.

Названия лабораторных работ:

1. Идентификация элементов САУ.

Раздел 3. Усилительные и коммутационные элементы – 18 часов.

Рассматриваются электромеханические реле постоянного тока. Устройство, принцип действия, статические и динамические характеристики.

Поляризованные реле - устройство, принцип действия и характеристики. Контакты реле – виды и характеристики. Методы улучшения характеристик контактов. Герконы.

Электромеханические реле переменного тока. Устройство, принцип действия, статические и динамические характеристики. Методы борьбы с вибрацией якоря.

Твердотельные реле – принцип действия, составляющие части, сравнение с электромеханическими реле, характеристики.

Тиристоры и симисторы - принцип действия и характеристики. Устройства управления тиристорами и симисторами. Тиристорные ключи, управляемые выпрямители, инверторы. IGBT – модули и мосфеты - принцип действия, характеристики, схемы включения.

Темы лекций:

1. Виды реле, устройство, принцип действия и характеристики.
2. Тиристоры и симисторы. Устройства управления.

Названия лабораторных работ:

1. Разработка схемы твердотельного реле.

Раздел 4. Электрические двигатели постоянного тока – 14 часов.

Поясняется устройство и принцип действия двигателей постоянного тока. Обмотки якоря. Коммутация. Конструктивные особенности исполнительных двигателей постоянного тока систем автоматического управления. Схемы включения. Статические и динамические характеристики двигателей постоянного тока.

Бесконтактные двигатели постоянного тока. Универсальные коллекторные двигатели. Управление частотой вращения двигателей постоянного тока. Способы регулирования: якорное управление, полюсное управление.

Шаговые двигатели. Конструкция, принцип работы, методы управления. Достоинства и недостатки шаговых двигателей. Применение шаговых двигателей. Виды шаговых двигателей. Режимы работы.

Сервопривод. Конструкция, принцип работы. Применение сервоприводов.

Темы лекций:

1. Двигатели постоянного тока.
2. Шаговые двигатели. Сервоприводы.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование статических характеристик двигателя постоянного тока.

2. Разработка сервопривода.

Раздел 5. Двигатели переменного тока – 16 часов.

Рассматриваются асинхронные двигатели – устройство, принцип действия и характеристики трехфазного асинхронного двигателя.

Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя. Принцип действия двухфазных асинхронных двигателей. Однофазные асинхронные двигатели. Включение трехфазного асинхронного двигателя в однофазную сеть.

Синхронные двигатели - устройство, принцип действия и характеристики. Управление частотой вращения. Синхронные двигатели с активным ротором. Реактивные синхронные двигатели. Синхронные двигатели с пониженной скоростью вращения ротора.

Темы лекций:

1. Асинхронные двигатели.
2. Синхронные двигатели.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование статических характеристик синхронного двигателя.
2. Исследование статических характеристик асинхронного двигателя.

Раздел 6. Электрические исполнительные механизмы систем управления атомных станций и производств ядерного топливного цикла – 6 часов.

Рассматриваются дискретные и командные исполнительные механизмы – устройство, виды, характеристики. Исполнительные механизмы пропорциональной скорости. Особенности, характеристики, применение в АСУ.

Исполнительные механизмы постоянной скорости. Принцип действия, особенности работы. Реализация регуляторов с исполнительными механизмами постоянной скорости.

Темы лекций:

1. Дискретные и командные исполнительные механизмы.
2. Исполнительные механизмы постоянной скорости.

Раздел 7. Датчики вращения и перемещения – 2 часов.

Тахогенераторы – устройство и принцип действия. Тахогенераторы постоянного и переменного тока - факторы, определяющие погрешности. Контактные и бесконтактные сельсины – устройство и принцип действия, схемы включения. Цифровые преобразователи вращения и перемещения.

Энкодеры – устройство, принцип действия, виды. Ошибки энкодера.

Темы лекций:

1. Тахогенераторы.

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. Нагорный, В. С. Средства автоматики гидро- и пневмосистем : учебное пособие / В. С. Нагорный. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 448 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52612> (дата обращения: 16.03.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Электрические и электронные аппараты. Учебное пособие. Ч. 2. Электромеханические аппараты / сост. Р. Я. Кляйн; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электромеханических комплексов и материалов (ЭКМ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2014. - URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m332.pdf> (дата обращения: 16.03.2019) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.
3. Хрущёв, Юрий Васильевич. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических процессах : учебное пособие / Ю. В. Хрущёв, К. И. Заповодников, А. Ю. Юшков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электрических сетей и электротехники (ЭСиЭ). — 2-е изд. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m492.pdf> (дата обращения: 16.03.2019) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Чунихин, Александр Адольфович. Электрические аппараты. Общий курс : учебник для вузов / А. А. Чунихин. — 4-е изд., стер. — Москва : Альянс, 2008. — 720 с.: ил. — Текст : непосредственный.
2. Сабинин, Юрий Алексеевич. Электромашинные устройства автоматики : учебное пособие / Ю. А. Сабинин. — Ленинград: Энергоатомиздат, 1988. — 408 с.. — Текст : непосредственный.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Bloodshed Dev-C++;
4. Design Science MathType 6.9 Lite;
5. Document Foundation LibreOffice;
6. Google Chrome;
7. MathWorks MATLAB Full Suite R2017b;
8. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
9. Mozilla Firefox ESR;
10. Notepad++;
11. Tracker Software PDF-XChange Viewer;

12. WinDjView;
13. XnView Classic
14. Cisco Webex Meetings;
15. Zoom Zoom;
16. Multisim 14.0 (схема доступа: vap.tpu.ru).

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.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 432	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 328	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Тумба стационарная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 12 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория). 634028 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 339	Учебно-лабораторный стенд SDK-1.1/NC/512K – 3 шт. Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт. Компьютер - 6 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 431	Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.04 «Электроника и автоматика физических установок», специализация «Системы управления технологическими процессами и физическими установками» (приема 2019г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент	Ливенцов С.Н.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «28» июня 2019 г. №16).

Заведующий кафедрой - руководитель
отделения на правах кафедры, д.т.н.



подпись

А.Г. Горюнов

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения ядерно- топливного цикла (протокол)
2020/2021 учебный год	Изменены формы документов ООП согласно приказу: – «Об утверждении форм документов ООП» (приказ № 127-7/об от 06.05.2020 г.)	от 25.06.2020 г. № 28-д
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	от 01.09.2020 г. № 29-д