

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

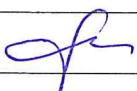
УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИЦЭ

Матвеев А.С.

«___» _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Комплексная автоматизация технологических процессов			
Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод		
Специализация	Электропривод и автоматизация технологических комплексов		
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	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
Руководитель ОЭЭ			А.С. Ивашутенко
Руководитель ООП			А.Г. Гарганеев
Руководитель специализации Электропривод и автоматизация технологических комплексов			С.Н. Кладиев
Преподаватель			В.Г. Букреев

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-2	Способен применять методы создания и анализа имитационных моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности.	И.ПК(У)-2.1	Представляет электротехнические комплексы и системы в виде структурных и функциональных схем	ПК(У)-2.1В1	Владеет способами создания имитационных моделей электротехнических комплексов и систем
				ПК(У)-2.1У1	Умеет моделировать различные структурные схемы электротехнических систем и выполнять их анализ
				ПК(У)-2.1З1	Знает основные критерии устойчивости, наблюдаемости, управляемости и качества управления электротехническими системами
ПК(У)-4	Способен разрабатывать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода	И.ПК(У)-4.1	Разработка проектных решений отдельных частей системы электропривода	ПК(У)-4.1В1	Владеет: анализом частного технического задания на проектирование отдельных разделов на различных стадиях проекта на систему электропривода; сбором информации по существующим техническим решениям системы электропривода, выбором оборудования; выбором оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов на различных стадиях проекта на систему электропривода; выбором оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода
				ПК(У)-4.1У1	Умеет выполнять расчеты, необходимые для разработки комплекта конструкторской документации для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода
				ПК(У)-4.1З1	Знает правила проектирования системы электропривода; методики сбора, обработки справочной, реферативной информации для сравнительного анализа и обоснованного выбора оборудования системы ЭП

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1, Междисциплинарному профессиональному модулю дисциплин учебного плана образовательной программы «Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине			Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование		
РД 1	Применять методы создания и анализа имитационных моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности.		И-ОПК(У)-2.1
РД 2	Применять и разрабатывать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода		И.ПК(У)-4.1

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. Структуры современных АСУ ТП. Математическое обеспечение АСУ ТП.	РД 1	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные работы	6
		Самостоятельная работа	38
Раздел (модуль) 2. Оптимальные и адаптивные АСУ ТП.	РД 2	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные работы	6
		Самостоятельная работа	38
Раздел (модуль) 3. Программные среды моделирования и визуализации технологических процессов и элементов АСУ.	РД 3	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	38
Раздел (модуль) 4. Аппаратные и программные средства АСУ ТП. Вариант технической реализации АСУ ТП и их конструктивные решения.	РД 4	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	38

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Структуры современных АСУ ТП. Математическое обеспечение АСУ ТП.

Объект и цель изучения дисциплины. Классификация промышленного производства. Описание основных технологических процессов в металлообрабатывающей промышленности, металлургии, нефтяной и газовой отраслях, химической отрасли.

Методы построения математических моделей технологических процессов и технологического оборудования. Математические модели систем на основе передаточных функций и пространства переменных состояний. Описание цифровых систем законов управления разностными уравнениями. Системы с запаздыванием в управляющем канале и канале обратной связи.

Тема лекции:

1. Объект, предмет и цель изучения дисциплины. Использование системного анализа при исследовании технологических объектов.

Темы практических занятий:

1. Примеры моделей технологического оборудования в операторной форме и частотной области.
2. Варианты описания технологических процессов в пространстве переменных состояний дифференциальными и разностными уравнениями.
3. Критерии качества в АСУ ТП и распространенные законы управления технологическим оборудованием.
4. Структуры типовых регуляторов систем управления технологическим оборудованием.

Лабораторная работа:

Исследование электромеханических систем типа PCNC-3.

Раздел 2. Оптимальные и адаптивные АСУ ТП.

Постановка оптимизационной задачи. Критерии оптимизации АСУ ТП. Варианты решений оптимизационной задачи. Вопросы наблюдаемости и управляемости автоматизированных систем. Методы идентификации технологических объектов управления. Алгоритмы робастного управления, самонастраивающиеся системы. Системы управления с нечеткими регуляторами и эталонными моделями.

Тема лекции:

1. Методы построения оптимальных и адаптивных АСУ сложными технологическими процессами.

Темы практических занятий:

1. Квадратичный критерий качества функционирования АСУ ТП и решение задачи оптимизации в форме отрицательной обратной связи.
2. Математические условия наблюдаемости и управляемости в АСУ сложными технологическими процессами.
3. Решение задачи оценивания неизвестных параметров и неизмеряемых переменных состояния в АСУ ТП.
4. Варианты улучшения качества функционирования АСУ ТП на основе законов робастного управления.

Лабораторная работа:

САР температуры изотермического процесса.

Раздел 3. Программные среды моделирования и визуализации технологических процессов и элементов АСУ.

Обзор наиболее распространенных SCADA систем – Trace Mode, Genesis, MasterScada.

Описание модулей SCADA системы Trace Mode: редакторы базы каналов и представления данных, исполнительные модули системы, драйверы, средства разработки операторского интерфейса и программирования контроллеров. Примеры автоматизации технологических процессов с помощью SCADA систем – Trace Mode, Genesis, MasterScada. Рассмотрение вопросов построения SCADA системы на языке высокого уровня – Delphi. Применение среды MatLab для моделирования нижнего уровня управления АСУ.

Тема лекции:

1. Основные принципы использования SCADA систем в задачах построения АСУ ТП.

Темы практических занятий:

1. Особенности применения SCADA Trace Mode при автоматизации сложных технологических процессов.
2. Состав SCADA Trace Mode и примеры ее использования в АСУ ТП.
3. Структура SCADA Genesis, MasterScada и примеры их использования в АСУ ТП.
4. Примеры построения SCADA системы на языке высокого уровня Delphi.

Лабораторная работа:

Автоматизированная система дозирования сыпучих материалов.

Раздел 4. Аппаратные и программные средства АСУ ТП. Вариант технической реализации АСУ ТП и их конструктивные решения.

Рассмотрение основ построения систем реального времени. Краткий обзор операционных систем реального времени. Языки программирования: Delphi, Си ++, Ассемблер. Основы построения иерархических программных систем. Декомпозиция и агрегирование алгоритмического обеспечения АСУ ТП. Информационное обеспечение АСУ ТП. Цифровые датчики и устройства связи с объектом. Интерфейсы связи между различными устройствами – RS232, RS485, MODBUS, PROFIBUS. Промышленные контроллеры. Распределенные, синхронные и асинхронные АСУ ТП. Примеры аппаратной реализации многоуровневой АСУ ТП. Автоматизированные системы управления технологическими процессами металлообработки. Металлорежущие станки как технологический объект управления. АСУ стабилизации режимов металлообработки. Элементы систем ЧПУ. Структуры АСУ ТП робототехнических комплексов. Примеры АСУ ТП прокатного и доменного производства, нефтяной, газовой и химической отраслях. Тенденции развития АСУ ТП и перспективы реализации гибких автоматизированных производств.

Тема лекции:

1. Основы построения иерархических аппаратно-программных АСУ ТП, примеры их успешной эксплуатации.

Темы практических занятий:

1. Пример аппаратной организации информационно-измерительной и управляющей частей АСУ ТП.
2. Варианты алгоритмического и программного обеспечения многоуровневой АСУ ТП.
3. Организация каналов передачи информации и использование базы данных в современных АСУ ТП.
4. Примеры гибких автоматизированных производств, реализованных на иерархических АСУ ТП.

Лабораторная работа:

1. Программирование контроллера LOGO Siemens.

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;
- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- выполнение домашних заданий и домашних контрольных работ;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Дементьев Ю.Н. Электрический привод: учебное пособие для академического бакалавриата / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2-е изд.. — Москва: Юрайт, 2016. — 223 с.: ил.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C330299>

2. Чернышев А. Ю. Электропривод переменного тока: учебное пособие для вузов / А. Ю. Чернышев, Ю. Н. Дементьев, И. А. Чернышев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2-е изд.. — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — 210 с.: ил.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C344030>

3. Гарганеев А. Г. Электропривод запорной арматуры: монография / А. Г. Гарганеев, А. С. Каракулов, С. В. Ланграф; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — 157 с.: ил.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C257344>

Дополнительная литература:

1. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для вузов/ М.П. Белов, В.А. Новиков, Н.Л. Рассудов. – М: Издательский центр «Академия», 2004.-576 с.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C68081>

2. Иванов А. А. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие для вузов / А. А. Иванов. — Москва: Форум, 2014. — 223 с.: ил.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C272630>

3. Лукьянов А. Д. Математические модели систем частотного управления электроприводом: монография / А. Д. Лукьянов, И. А. Семко, А. В. Чубукин; Донской государственный технический университет (ДГТУ). — Ростов-на-Дону: Изд-во ДГТУ, 2011. — 174 с.: ил.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C231197>

4. Автоматизация технологических комплексов и систем в промышленности : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. В. Гусев, С. В. Ляпушкин, М. В. Коваленко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.6 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ.

— Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m276.pdf>

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы:

1. Сайт РОС-ЭЛЕКТРО - <http://www.ros-electro.ru/>
2. ElectricalSchool.info - <http://www.electricalschool.info/>
3. Информационно-справочная система «Кодекс» - <http://kodeks.lib.tpu.ru/>
4. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
5. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
7. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

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. MatLab 2019b (vap.tpu.ru)
2. MS Office (vap.tpu.ru)
3. MathCad
4. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
5. Document Foundation LibreOffice;
6. Cisco Webex Meetings
7. 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.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 101	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Стул - 4 шт.; Стол конференционный - 1 шт.; Парта – 70 шт.; Microsoft Office standard
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 323	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.; Телевизор - 3 шт. Доска аудиторная настенная - 4 шт.; Стол лабораторный - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 122 посадочных мест

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиля «Электропривод и автоматизация технологических комплексов» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
профессор, д.т.н.		Букреев В.Г.

Программа одобрена на заседании отделения электроэнергетики и электротехники (протокол № 6 от 25.06.2020).

Руководитель Отделения
электроэнергетики и электротехники
к.т.н, доцент

 /А.С. Ивашутенко/