

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН»

УТВЕРЖДАЮ
директор ИЯФ СО РАН,

академик _____ П.В.Логачев

«_____» _____ 2018 г.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БОЛЬШИМИ ФИЗИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ
Рабочая программа дисциплины

Направление подготовки

03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетные единицы – **108** часа.

Форма промежуточной аттестации: зачет

Виды деятельности:

Лекции	34	контактная работа обучающихся с преподавателем	68
Практические занятия	34		
Самостоятельная работа	36	занятия в активной и интерактивной форме	34
Консультации			
Зачеты	4	Экзамены	

Новосибирск- 2018

Программа курса «Системы управления большими физическими установками» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

программой данного профиля подготовки

Цель курса – изучение аспирантами приёмов и способов построения систем управления для больших физических установок. Также аспирантам предлагается освоить работу с одной из современных программных сред для управления физическими установками – TANGO. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия в терминальном классе, самостоятельная работа студента, зачет.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 34 часа лекций, 34 часа практических занятий, 36 часов самостоятельной работы.

Составитель:

к.т.н., Г.А. Фаткин

Рабочая программа

Содержание

1. Цели освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре программы обучения	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	4
4. Структура и содержание дисциплины	5
5. Образовательные технологии	6
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и аспирантов	6
7. Фонд оценочных средств для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины:	7
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	7
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	7

«Системы управления большими физическими установками»

Рабочая программа дисциплины

1. Цели освоения дисциплины

Используемые в физике высоких энергий и физике плазмы экспериментальные установки (ускорители, токамаки, системы телескопов и пр.) представляют собой сложные системы, состоящие из большого количества разнородных компонент. Системы управления такими установками, необходимые для проведения экспериментов строятся на базе соответствующей электроники и программного обеспечения.

Целью обучающихся является изучение основных компонент систем управления, принципов их компоновки и способов разработки программного обеспечения. В ходе проектирования, изготовления и использования больших физических установок приходится представлять, из каких компонент состоят системы управления, какие устройства и протоколы в них применяются, какие технические ограничения накладывают системы управления на проведение эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре программы обучения

Дисциплина «Системы управления большими физическими установками» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина является элективной (дисциплиной по выбору аспиранта).

Студенты, приступающие к изучению этой дисциплины, должны иметь общую базовую подготовку в рамках программы 5-6 лет обучения в ВУЗе, в том числе:

- знать основы математического анализа и линейной алгебры,
- владеть языком PYTHON

— владеть английским языком на уровне, достаточном для чтения технической документации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Дисциплина «Системы управления большими физическими установками» нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- Знать основные элементы систем управления большими физическими установками, представлять их возможности на современном уровне развития техники.
- Представлять способы построения систем управления, ограничения которые учитываются при их проектировании и эксплуатации.
- Иметь представление о программных средствах, используемых в системах управления, уметь писать простые управляющие программы.

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина «Системы управления большими физическими установками» представляет собой полугодовой курс, читаемый в аспирантуре ИЯФ СО РАН. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	Промежуточная аттестация (подготовка к зачету и зачет)
				Лекции (кол-во часов)	Практические занятия (кол-во часов)		
1	Введение	1	2	2			
2	Особенности построения систем управления большими физическими установками	2-3	4	4		1	
3	Магистрально-модульные стандарты и шины передачи данных	4-5	6	4		1	
4	Основные типы управляющих и измерительных устройств	6-10	32	12		1	
5	Системы синхронизации	11-12	4	4		1	
6	Обратные связи на установках	13-14	4	4		1	
7	Программные среды для систем управления	15-16	4	4		1	
8	Практическое освоение программной среды TANGO	1-8	42	2	18	8	
9	Проект	9-17	12		16	22	
10	Зачет		4				4
	Итого по курсу:		108	34	34	36	4

Программа курса лекций:

1. Введение. Организация занятий, подготовка рабочей среды для курса. Рассмотрение примеров больших физических установок: LHC, XFEL, ITER,...
2. Особенности построения систем управления большими физическими установками. Основные подсистемы таких систем. Временные и трудовые ресурсы, необходимые для их реализации. Понятие канала, точности и скорости передачи данных, ограничения накладываемые на систему управления.
3. Магистрально модульные стандарты и шины передачи данных. Современные и исторические магистрально-модульные стандарты, их перспективы и возможности: NIM, КАМАК, VME, CompactPCI, PXI, PXI-express, microTCA. Целесообразность применения магистрально-модульного стандарта. Примеры модулей. Шины передачи данных, их пропускные способности и особенности: Ethernet, CAN, Profibus, Modbus, I2C, SPI, ... Программируемые логические контроллеры и специализированные контроллеры, управляющие компьютеры.
4. Основные типы применяемых управляющих и измерительных устройств, принципы работы и основные характеристики, современный уровень развития техники и возможности. Примеры устройств. Цифро-аналоговые и аналогово-цифровые преобразователи, порты ввода-вывода, цифровые генераторы частоты, схемы ФАПЧ, линии задержки, датчики и актуаторы. камеры.
5. Современные системы синхронизации физического эксперимента. Понятие общего времени, раздача запусков, понятие событий. Понятие фазового шума и долговременной стабильности, способы их улучшения. White Rabbit, MRF EVR и EVG, прочие разработки.
6. Обратные связи на установках. Принципы их организации, устойчивость и запаздывание. Реализация цифровой обратной связи: преимущества и сложности.
7. Программные среды для создания систем управления физическими установками. EPICS, Tango, SCADA системы.

5. Образовательные технологии

Теоретический материал курса освещается в ходе лекций. В лекциях освещаются основные принципы построения систем управления БФУ, и приводятся конкретные примеры. Все лекционные занятия проводятся в интерактивной форме. В ходе лекций поощряются вопросы слушателей, часть тем обсуждается в форме дискуссий. Материал всех лекций доступен в электронном виде. В ходе лекций широко используются компьютерные демонстрации. Для чтения отдельных лекций (в особенности, по темам из дополнительного раздела курса) рекомендуется приглашать специалистов, занимающихся активной научной и практической деятельностью в соответствующей области знаний.

Практические занятия проводятся в терминальном классе ТСАНИ. В ходе практических занятий слушатели осваивают программную среду TANGO, а также на практике знакомятся с основными устройствами, применяющимися для автоматизации и управления большими физическими установками. Слушателю предлагается сделать программный проект, связанный с его научной работой или в близкой области. Часть времени практических занятий отведена под доклад результатов работы над проектом и его критического разбора группой.

Текущий контроль по дисциплине осуществляется по посещаемости, результатам работы над задачами и программным проектом. Промежуточная аттестация проводится в форме устного зачета.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и аспирантов

Самостоятельная работа студентов поддерживается обсуждением заданий на практических занятиях.

Система контроля включает текущий (по ходу семестра) контроль освоения практического материала.

В качестве текущего контроля успеваемости используется контроль посещаемости, результаты работы над задачами и представления программного проекта.

7. Фонд оценочных средств для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины:

Освоение материала оценивается по ответам на вопросы, а также в ходе практической работы в классе ТСАНИ.

Примеры вопросов для зачета:

1. Опишите устройство АЦП поразрядного уравнивания и сигма-дельта АЦП. Какие характерные точности достижимы для устройств первого и второго класса. Что такое SNR, эффективная разрядность?
2. Какие последовательные шины передачи данных применяются в системах управления физическими установками. Какие их особенности и характерные достижимые скорости передачи информации?
3. Какие магистрально-модульные системы вам известны? В чём их отличие? Какие достижимы скорости обмена при их помощи? Чем отличаются интеллектуальные контроллеры от неинтеллектуальных, в каких случаях целесообразно применение одних или других.
4. Опишите принцип построения системы синхронизации на основе White Rabbit. Какие у такой системы ограничения?
5. В чём заключается принцип трёхуровневой структуры программного обеспечения систем управления? Какие уровни в него входят, и какова их цель?
6. Какие физические установки можно считать большими с точки зрения построения систем управления? В чём заключаются характерные особенности таких систем? В чём отличие от классических задач теории управления?
7. Опишите принципы построения цифро-аналоговых преобразователей, характерные точности и скорости работы современных классов таких устройств?

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. EPICS Website:

<http://www.aps.anl.gov/epics/>

2. The TANGO Control System Manual

http://www.esrf.eu/computing/cs/tango/tango_doc/kernel_doc/ds_prog/index.html

3. Proceedings of the ICALEPCS Conference

<http://www.jacow.org/Main/Proceedings?sel=ICALEPCS>

4. Proceedings of the PCaPac Conference

<http://www.jacow.org/Main/Proceedings?sel=PCaPAC>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оборудованной мультимедийным проектором и компьютером, необходимых для презентации электронного варианта лекций и проведения компьютерных демонстраций.

Практические занятия проводятся в терминальном классе ТСАНИ, оборудованном персональными компьютерами, а также крейтами NI PXI-Express с электронными модулями.