

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук
(ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

УТВЕРЖДАЮ

Директор

С.В. Иванов



« 13 » 04 2022 г.



Рабочая программа факультативной дисциплины

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

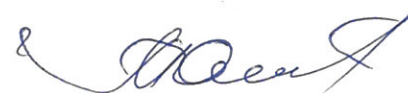
программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

по научной специальности 1.3.5 Физическая электроника

Принята решением Ученого совета
от 04.03.2022 № 03/22

Санкт-Петербург

2022 г.



Рабочая программа факультативной дисциплины «Автоматизация физического эксперимента» составлена на основании программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.3.5 Физическая электроника (далее – программа аспирантуры)

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью и задачами изучения дисциплины является ознакомление аспирантов с принципами автоматизации физического эксперимента (АФЭ), применяемыми в технической физике. Аспиранты должны получить знания основ аппаратных и программных средств, применяемых при автоматизации экспериментов, познакомиться с современными методами разработки и конструирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) и создания прикладного программного обеспечения физического эксперимента. В процессе обучения аспиранты принимают активное участие в создании конкретной системы автоматизации физического эксперимента.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

2.1. Рассматриваемая дисциплина входит в факультативную часть программы аспирантуры с целью расширения и углубления научных и прикладных знаний аспирантов и организуется по выбору и желанию аспиранта.

2.2. Данная программа строится на преемственности программ в системе высшего образования и предназначена для аспирантов ФТИ им. А.Ф. Иоффе, прошедших обучение по программе подготовки магистров, прослушавших соответствующие курсы и имеющих по ним положительные оценки. Она основывается на положениях, отраженных в учебных программах указанных уровней.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны будут:

знать:

- основные принципы построения систем автоматизации физического эксперимента;
- основные методы разработки и конструирования радиоэлектронной аппаратуры, представляющей аппаратную часть систем автоматизации;
- основные методы разработки программного обеспечения систем автоматизации;

уметь:

- разрабатывать структурные и функциональные схемы систем автоматизации конкретных физических экспериментов;
- разрабатывать электрические принципиальные схемы радиоэлектронной аппаратуры, входящей в состав системы автоматизации;
- конструировать радиоэлектронную аппаратуру, входящую в состав системы автоматизации;
- разрабатывать программное обеспечение систем, обеспечивающих автоматизацию физического эксперимента;

владеть опытом:

- создания систем автоматизации физического эксперимента.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**4.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

Приводимая ниже таблица показывает распределение учебного времени, отводимого на освоение основных разделов курса, согласно учебному плану, на 2 году обучения.

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов и тем	Трудоемкость (в ЗЕТ)	Объем работы (в часах)	Всего учебных занятий (в часах)			
			лекции	Лаб. / практ	самостоятельная работа	контроль
1	2	3	4	5	6	7
Раздел 1. Введение						
Тема 1.1 Этапы разработки систем автоматизации физического эксперимента (АФЭ).		3,5	0,5		3	
Тема 1.2. Этапы разработки радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) и программного обеспечения для систем АФЭ.		3,5	0,5		3	
Всего по разделу		7	1		6	
Раздел 2. РАЭ съёма и кодирования информации с детекторов.						

Тема 2.1. Устройства съёма, усиления и формирования сигналов с детекторов.		6,5	0,5		6	
Тема 2.2. Методы аналогового преобразования сигналов. Задачи амплитудной селекции.		6,5	0,5		6	
Тема 2.3. Кодирование временной и амплитудной информации.		8	1		7	
Тема 2.4. РАЭ для получения пространственной информации с позиционно-чувствительных детекторов.		8	1		7	
Тема 2.5. Разработка цифровых устройств на микросхемах гибкой логики. Основы проектирования цифровых устройств в рамках пакета Quartus II.		7	1		6	
Всего по разделу		36	4		32	
Раздел 3. Магистрально-модульные системы.						
Тема 3.1. Основы построения магистрально-модульных систем. Автоматизированные рабочие станции.		7	1		6	
Тема 3.2. Организация однокрейтовых и многокрейтовых систем. Системы команд.		7	1		6	
Тема 3.3. Системы на линии с ЭВМ. Организация последовательного и параллельного интерфейса передачи данных.		7	1		6	
Тема 3.4. Развитие электронных модульных микропроцессорных систем для автоматизации физического эксперимента. Применение микропроцессоров в системах сбора и обработки информации.		7	1		6	
Всего по разделу		28	4		24	
Раздел 4. Конструирование РАЭ.						
Тема 4.1. Требования к конструкции РАЭ для физического эксперимента.		3,5	0,5		3	
Тема 4.2. Создание электронных схем и топологии печатных плат в среде автоматического проектирования радиоэлектронных устройств.		3,5	0,5		3	
Всего по разделу		7	1		6	
Раздел 5. Программное обеспечение АФЭ.						
Тема 5.1. Структура программного обеспечения системы АФЭ по управлению, сбору и обработке данных.		3,5	0,5		3	
Тема 5.2. Система команд чтения, записи и управления модулей на магистрали крейта.		3,5	0,5		3	
Тема 5.3. Разработка программного обеспечения для передачи данных по последовательному интерфейсу.		3,5	0,5		3	

Тема 5.4. Разработка программного обеспечения для передачи данных по параллельному интерфейсу.		3,5	0,5		3	
Всего по разделу		14	2		12	
Раздел 6. Заключение.						
Тема 6.1. Примеры автоматизации физических экспериментов в лабораториях ФТИ им. А.Ф.Иоффе, ПИЯФ им. Б.П.Константинова, Радиевого института им. В.Г. Хлопина и других научных-исследовательских центрах, в том числе и зарубежных.		7	1		6	
Тема 6.2. Представление самостоятельных разработок систем АФЭ.		15	1		8	
Всего по разделу		16	2		14	
Всего по дисциплине		108	14		94	за че т

4.3. Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. Введение.

Основные задачи курса. Этапы разработки систем автоматизации физического эксперимента. Понятие однопараметрических и многопараметрических систем АФЭ. Этапы разработки РЭА и программного обеспечения для систем АФЭ.

Раздел 2. РАЭ съёма и кодирования информации с детекторов.

Устройства съёма, усиления и формирования сигналов с детекторов. Методы аналогового преобразования сигналов. Задачи амплитудной селекции. Устройства временной селекции. Устройства счета событий. Кодирование временной и амплитудной информации. РАЭ для получения пространственной информации с позиционно-чувствительных детекторов.

Методы автоматической стабилизации параметров спектрометрических трактов. Кодирование информации в многодетекторных системах. Устройства промежуточного хранения информации в аналоговой и цифровой форме. Разработка цифровых устройств на микросхемах гибкой логики. Основы проектирования цифровых устройств в рамках пакета Quartus II.

Раздел 3. Магистрально-модульные системы.

Основы построения магистрально-модульных систем. Автоматизированные рабочие станции.

Стандарты на электрические и механические параметры систем. Системы команд. Система на линии с ЭВМ. Организация однокрейтовых и многокрейтовых систем. Организация параллельного и последовательного интерфейса передачи данных. Развитие

электронных модульных микропроцессорных систем для автоматизации физического эксперимента. Применение микропроцессоров на различных уровнях в системах сбора и обработки информации.

Раздел 4. Конструирование РАЭ.

Требования к конструкции РАЭ для космофизического эксперимента. Система автоматического проектирования радиоэлектронных устройств PCAD 2004. Создание электронных схем. Разработка топологии печатных плат. Подготовка конструкторской документации.

Раздел 5. Программное обеспечение АФЭ.

Структура программного обеспечения системы АФЭ, обеспечивающая управление, сбор и обработку данных. Система команд чтения, записи и управления модулей на магистрали крейта. Разработка программного обеспечения для передачи данных по последовательному и параллельному интерфейсам.

Раздел 6. Заключение

Примеры автоматизации физических экспериментов в лабораториях ФТИ им. А.Ф. Иоффе, ПИЯФ им. Б.П.Константинова, Радиевого института им. В.Г. Хлопина и крупных международных научно-исследовательских центрах.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология процесса обучения по дисциплине «Автоматизация физического эксперимента» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- а) аудиторные занятия (лекционно-семинарская форма обучения);
- б) самостоятельная работа студентов;
- в) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;
- г) зачет по окончании изучения дисциплины.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения и технологии проблемного обучения.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что улучшает восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ее ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Автоматизация физического эксперимента» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляется на протяжении семестра. Текущий контроль знаний аспирантов организован как выступление на семинарах.

6.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация завершает изучение дисциплины «Автоматизация физического эксперимента». Форма аттестации - зачет в письменной или устной форме.

6.2. Перечень контрольных вопросов для зачета

1. Этапы разработки систем автоматизации физического эксперимента.
2. Однопараметрические и многопараметрические системы АФЭ.
3. Этапы разработки РЭА и программного обеспечения для систем АФЭ.
4. Устройства съёма, усиления и формирования сигналов с детекторов.
5. Методы аналогового преобразования сигналов.
6. Устройства временной селекции и устройства счета событий.
7. Кодирование временной и амплитудной информации.
8. РАЭ для получения пространственной информации с позиционно-чувствительных детекторов.
9. Автоматическая стабилизация параметров спектрометрических установок.
10. Кодирование информации в многодетекторных системах.
11. Устройства промежуточного хранения информации в аналоговой и цифровой форме.

12. Разработка цифровых устройств на микросхемах гибкой логики. Основы проектирования цифровых устройств в рамках пакета Quartus II.
13. Магистрально-модульные системы.
14. Организация последовательного и параллельного интерфейса передачи данных на компьютер.
15. Применение микропроцессоров на уровнях управления параметрами, сбора и обработки информации. Программирование микропроцессоров.
16. Среда автоматического проектирования радиоэлектронных устройств. Создание электронных схем. Разработка топологии печатных плат.
17. Примеры автоматизации физических экспериментов.
18. Структура программного обеспечения системы АФЭ.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература

1. Певчев, Ю. Ф. Автоматизация физического эксперимента: Учеб. пособие для физ. спец. Вузов М.: Энергоатомиздат, 1986. – 367 с
2. Александр Лопаткин. P-CAD2004/ Санкт – Петербург. "БХВ – Петербург" - 2006. 545с.
3. Антонов А.П. Язык описания цифровых устройств. Altera HDL. – М. – РадиоСофт. 2002. – 202с.
4. www.nuclphys.sinp.msu.ru/electronics/Проект кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ при поддержке НИИЯФ МГУ.

7.2. Дополнительная литература

1. Архангельский Ф. Я. Справочное пособие. М.: ООО" Бином-Пресс". – 2004.- 1024с.
2. П. А. Бутырин, Т. А. Васьковская, В. В. Каратаев, С. В. Материнкин Автоматизация физических исследований и эксперимента компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW7 - ДМК пресс. 2005. – 164 с.
3. Бойко В.И., Гуожий А.Н. Схемотехника электронных устройств. Аналоговые и импульсные устройства. М.: "Радиософт"– 2004. – 496с.

4. Минеев Л. И., Хромова Л.А. Автоматизация физического эксперимента в лабораторном практикуме. Альманах современной науки и образования, № 6 (25) 2009 121с.

7.3. Интернет-ресурсы

Отечественные журналы:

1. Известия вузов. Материалы электронной техники
(<http://met.misis.ru/index.php/jour>;
2. Квантовая электроника (<http://www.quantum-electron.ru/pa.phtml?page=onlcont>;
3. Микроэлектроника (http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7900;

Отечественные журналы в переводе:

1. Quantum Electronics (<http://iopscience.iop.org/1063-7818/>;
2. Russian Microelectronics (<http://link.springer.com/journal/1118>;

Иностранные журналы:

- Advanced Electronic Materials
(<http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/%28ISSN%292199-160X>; доступ с 2015 года)
1. IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering
(<http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/%28ISSN%291931-4981>;
 2. Journal of Electronic Materials (<http://link.springer.com/journal/11664>;
 3. Microelectronic Engineering
(<http://www.sciencedirect.com/science/journal/01679317>;
 4. Microelectronics Journal (<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00262692>;
 5. Microwave Journal (<http://www.microwavejournal.com/publications/>;
 6. Nature Photonics (<http://www.nature.com/nphoton/index.html>;
 7. Opto-Electronics Review (<http://link.springer.com/journal/11772>;
 8. Progress in Quantum Electronics
(<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00796727>;
 9. Solid-State Electronics (<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00381101>;

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционная аудитория
2. Мультимедийный проектор
3. Персональный компьютер

4. Компьютерный класс
5. Учебная лаборатория и стенды для проведения практических занятий.
6. Научные лаборатории, в которых находятся действующие системы автоматизации различных физических экспериментов.

Программу разработал:
с.н.с. лаборатории масс-спектрометрии,
канд. физ. - мат. наук, Тубольцев Ю.В.