

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Ф.И.О. Подписи: Овсянникова

Должность: Руководитель СФТИ НИЯУ МИФИ

Дата подписи: 12.10.2022 14:41:13

Уникальный программный ключ:

d85fa2f259a0913da9b08299985891756420181f

Филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(СФТИ НИЯУ МИФИ)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. руководителя по учебной  
и научно-методической работе

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

\_\_\_\_\_ П.О.Румянцев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Ядерная электроника

Направление подготовки (специальность) \_\_\_\_\_

14.03.02 «Ядерные физика и технологии»

Профиль подготовки «Физика атомного ядра и частиц»

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины Ядерная электроника являются:

1.1. Рассмотреть общие принципы автоматизации современных физических экспериментов и способы построения различных автоматических измерительных устройств и систем.

1.2. Сформировать у студентов целостную систему знаний автоматизации приборов ядерной электроники.

1.3. Рассмотреть основные принципы построения совместимой с ЭВМ блочно-модульной аппаратуры и измерительно-информационных систем ядерной физики.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ПО

Дисциплина "Ядерная электроника" относится к части «Дисциплины по выбору» блока Б1 (Б1.В.ДВ.07.02) ООП ВО 14.03.02 «Ядерная физика и технологии» и является частью профессионального модуля. Курс «Ядерная электроника» посвящен одному из важнейших разделов современной физики, без изучения которого невозможна качественная подготовка инженеров-физиков.

Современные измерительные системы экспериментальной физики и других областях науки практически немыслимы без разнообразных технических средств, позволяющих автоматизировать сбор, накопление и обработку информации. Применение автоматизированных измерительных комплексов значительно экономит труд экспериментаторов в ходе измерений, повышает эффективность использования дорогостоящих ядерно-физических установок, таких, как реакторы, ускорители. Наконец, решение многих экспериментальных задач принципиально невозможно без современных достижений электронной и вычислительной техники.

При подготовке эксперимента персоналу научных лабораторий приходится решать многочисленные вопросы технического и экономического характера, связанные с автоматизацией измерений. Грамотный инженерный подход к выбору средств автоматизации на начальном этапе работ позволяет значительно сократить сроки создания установок, а также экономить материальные ресурсы и время при дальнейшем развитии комплекса и переориентации его для решения новых экспериментальных задач. Поэтому очень важно, чтобы специалисты, работающие в области ядерного физического эксперимента, обладали необходимыми знаниями автоматизации физического эксперимента.

В данной дисциплине будут рассмотрены два направления автоматизации экспериментальных исследований: общие вопросы создания крупных информационно

измерительных систем, в том числе и с цепью управляющей обратной связи к экспериментальной установке, и принципы построения малых специализированных автоматических измерительных устройств и их основных узлов.

Для квалифицированного решения любой из перечисленных задач физик-экспериментатор помимо обязательных знаний по своей специальности должен хорошо владеть вычислительной техникой, электроникой, программированием и т.д. Следовательно, изучение методов автоматизации физического эксперимента расширяет кругозор инженеров-физиков и способствует более глубокому пониманию основ современной экспериментальной физики.

«Ядерная электроника» изучается на четвертом курсе в седьмом семестре обучения.

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины:

- 2.1. Электрофизические установки и ядерные реакторы.
- 2.2. Экспериментальные методы ядерной физики.
- 2.3. Методы обработки результатов измерений.
- 2.4. Электроника.
- 2.5. Программирование.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетентностная модель соответствует требованиям ОС ВО НИЯУ МИФИ по специальности 14.03.02 «Ядерные физика и технологии».

Данная дисциплина способствует формированию следующих компетенций, предусмотренных ООП ВО по направлению подготовки 14.03.02 «Ядерные физика и технологии»:

ОПК-1 - умение использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ПК-3 - готовность к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций

ПК-7 - способность к монтажу, наладке, настройке, регулировке, испытанию и сдаче в эксплуатацию оборудования и программных средств

ПК-19.1 - готовность разрабатывать способы применения ядерно-энергетических установок, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических, технологических и медицинских проблем.

В результате освоения дисциплины студенты должны:

**Знать:**

- 1 теоретические основы планирования физических исследований;
- 2 структуру физического эксперимента;
- 3 базовые электронные схемы;
- 4 Технические средства автоматизации экспериментов и физ. установок;
- 5 Средства вычислительной техники (СВТ) для обеспечения автоматизации физического эксперимента и управления физ. установками.

**Уметь:**

- 1 планировать эксперимент;
- 2 Осуществлять поиск информации по полученному заданию, сбор, анализ данных, необходимых для решения поставленных физических и технических задач;
- 3 Применять информационные технологии для решения физических и технических задач.

**Владеть:**

- 1 навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии;
- 2 навыками профессиональной аргументации при разборе какой-либо проблемы в профессиональной деятельности;
- 3 программным обеспечением для работы с физической и технической информацией и основами Интернет - технологий.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Семестр	Трудоемкость, кредит	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма контроля, Экз./зачет
7	2	72	0	36	0	36	зачет

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 кредита, 72 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел*
			Лекции	Практ. занятия/семинары	Лаб. работы			

7 семестр								
1	Общие принципы автоматизации эксперимента	1		2		конспект лекции		1
2	Постановка эксперимента и представление его данных	2		2		конспект лекции		1
3	Постановка эксперимента и представление его данных (окончание)	3		2				
4	Планирование экспериментов	4		2		конспект лекции		1
5	Измерения	5		2				
6	Базовые электронные схемы.	6		2		конспект лекции	6 неделя. Контрольная работа	1+10
7	Базовые электронные схемы (окончание)	7		2				
8	Необходимость автоматизации экспериментов и физических установок	8		2		конспект лекции		1
9	Технические средства автоматизации экспериментов и физ. установок	9		2				
10	Технические средства автоматизации экспериментов и физ. установок (продолжение)	10		2		конспект лекции		1
11	Технические средства автоматизации экспериментов и физ. установок (окончание)	11		2				
12	Средства вычислительной техники (СВТ) для обеспечения автоматизации физического эксперимента и управления физ. установками.	12		2		конспект лекции		1
13	Электромагнитные помехи, возникающие в процессе проведения физических экспериментов на мощных физ. установках и методы борьбы с помехами.	13		2			13 неделя. Контрольн. работа	10
14	БИП (бесперебойные источники питания).	14		2		конспект лекции		1
15	Современные осциллографы.	15		2				10
16	Виртуальные приборы.	16		2		конспект лекции		1
17	Перспективы автоматизации физ. экспериментов и физ. установок.	17		2		конспект лекции		1
18	Автоматизация физического эксперимента на установке НГ-12И.	18		2			18 неделя Итог. сдача реферат. работ	20
Всего:				36				50
	Зачет							50
	Итого за 7 семестр:							100

## Раскрытие тем занятий

Тема 1. Общие принципы автоматизации эксперимента.

Введение. Краткий исторический обзор автоматизации физического эксперимента. Классическая функциональная схема измерительной установки. Возбуждение исследуемого процесса. Детектирование. Преобразование электрических сигналов. Выделение и восприятие полезной информации.

Тема 2. Постановка эксперимента и представление его данных.

Структура физического эксперимента. Физическая задача и ее модель. Выбор методики измерения. Понятие о физической (экспериментальной) установке. Градуировка и метрологическое обеспечение. Представление экспериментальных данных и результатов.

Тема 3. Планирование экспериментов.

Тема 4. Измерения.

Калибровка установки. Настройка пучка. Контроль фона.

Тема 5. Базовые электронные схемы.

Операционные усилители. Триггеры. Регистры. Мультиплексоры. ЦАП и АЦП.

Тема 6. Необходимость автоматизации экспериментов и физических установок.

На примере создания мощных ускорителей элементарных частиц для фундаментальных научных исследований показано, что без автоматизации управления экспериментальных установок и самого физического эксперимента не было бы выдающихся открытий в физике элементарных частиц, которые коренным образом изменили наши представления о строении материи.

Тема 7. Технические средства автоматизации экспериментов и физ. установок.

Модульные системы. Краткое описание стандартов СУПИ, NIM, ФАСТБАС, VME и др. Стандарт КАМАК.

Тема 8. Средства вычислительной техники (СВТ) для обеспечения автоматизации физического эксперимента и управления физ. установками.

Краткий обзор развития СВТ. Современные ПЭВМ, рабочие станции и суперкомпьютеры.

Тема 9. Электромагнитные помехи, возникающие в процессе проведения физических экспериментов на мощных физ. установках и методы борьбы с помехами.

Причины возникновения электромагнитных помех. Методы борьбы с электромагнитными помехами (экранировка, способы заземления, использование волоконно-оптических линий связи; специальные системы электропитания измерительной аппаратуры).

Тема 10. БИП (бесперебойные источники питания).

Тема 11. Современные осциллографы.

Тема 12. Виртуальные приборы.

Тема 13. Перспективы автоматизации физ. экспериментов и физ. установок.

Тема 14. Автоматизация физического эксперимента на установке НГ-12И.

Методика измерения ЯФХ конструкционных материалов. Блок схема аппаратурного комплекса. Описание работы модульной системы.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Занятия проводятся с применением мультимедийных средств обучения в виде презентации PowerPoint, с целью в наиболее сжатом концентрированном виде сделать обзор пройденного материала с указанием взаимосвязи между разделами дисциплины, освещением основных изученных подразделов, а также для формирования у студентов общего представления о месте дисциплины в общем перечне дисциплин ООП ВПО 14.03.02 «Ядерная физика и технологии» и о формируемых этой дисциплиной компетенциях.

2. Один раз в три недели преподавателем проводится текущая консультация. Вопросы можно задавать лично преподавателю в назначенное время.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ

## ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Часы на самостоятельную работу распределяются равномерно на весь курс обучения. Разделы, выводимые на самостоятельное изучение в рамках практических разделов, устанавливаются преподавателем на каждой неделе, в зависимости от скорости усвоения материала студентами. Темы для самостоятельного изучения оглашаются преподавателем в конце лекции и заносятся студентами в график самостоятельной работы. Краткие реферативные работы студентов – контрольный срез выполнения самостоятельной работы. 15 и 18 недели – сдача реферативных работ.

Текущий контроль успеваемости проводится посредством выборочной проверки наличия конспекта лекции.

В течение семестра проводятся две контрольные работы (6 и 13 недели). Контрольная работа проходит в письменном виде. В ходе контрольной работы студенты имеют право пользоваться учебниками, тетрадями и конспектами. Контрольная работа состоит из 2 вопросов и рассчитана на 30 минут.

Зачет проводится в традиционной форме – по билетам. Каждый билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Ю.Ф. Певчев, К.Г. Финогенов. "Автоматизация физического эксперимента". М., Энергоатомиздат, 1986.
2. М.П.Соколов. "Автоматические измерительные устройства в экспериментальной физике". М., Атомиздат, 1978.
3. Ю.В.Ступин. "Методы автоматизации физических экспериментов и установок на основе ЭВМ". М., Энергоатомиздат, 1983.
4. В.К. Мелешко. "Электронные методы ядерной физики". М., Атомиздат, 1978.
5. В.М. Колобашкина. "Автоматизация эксперимента в физических исследованиях". М., Энергоатомиздат, 1983.
6. В.А. Никитин, Г.А. Осокин. "Автоматизация измерений и обработке данных физического эксперимента". Издательство Московского университета, 1986.
7. А.В. Бушуев, Е.В. Петрова, А.Ф. Кожин. "Практическая гамма-спектрометрия". М. 2006.



б) дополнительная литература:

1. В.Г. Гусев, Р. Гусев. "Электроника". М., Высшая школа, 1991.
2. Журнал "Приборы и техника эксперимента". М., Наука.
3. Журнал "Измерения, контроль, автоматизация". М., Информприбор.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- 1 Каталог 2006г. Московское представительство Pribori Oу официальный представитель ORTEC. Web site: [www.pribori.com](http://www.pribori.com)
- 2 Модули ядерной электроники и спектрометры ядерных излучений научно-производственного центра Аспект. Website: [www.aspect.dubna.ru](http://www.aspect.dubna.ru)

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется.

Мультимедийная аудитория. Компьютерный класс, оснащённый компьютерами с выходом в Интернет, а также принтером, сканером, ксероксом.

- Core Dual 2,4 МГц (2009 г.) - 15 шт.
- Принтер HP LJ P3005 DN (2009 г.) - 1 шт.
- Сканер HP SJ 4370 – 1 шт.
- Ноутбук Samsung (2008)
- Проектор ACER X1260 (2008)

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 14.03.02 «Ядерные физика и технологии», утвержденного Ученым советом НИЯУ МИФИ 31.05.2018 г.

Автор преподаватель кафедры Намаконов Владимир Викторович

Рецензент доцент, д.т.н., Хмельницкий Д.В.

Программа одобрена на заседании кафедры Ядерной физики и технологий

г., протокол №