

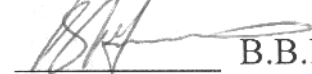
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Інститут високих технологій

Кафедра нанофізики конденсованих середовищ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор інституту високих технологій

 В.В.Ільченко

« 29 » 08 2017 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні цифрові технології

для здобувачів наукового ступеня доктор філософії

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	третій освітньо-науковий
освітньо-наукова програма	" Прикладна фізика та наноматеріали "
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання - очна, заочна

Навчальний рік - 2017/2018

Курс - 2, півріччя - 2

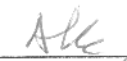
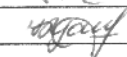
Кількість кредитів ECTS - 4

Мова викладання, навчання та оцінювання - українська

Форма заключного контролю - іспит

**Викладач:**

Опилат Віталій Якович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри нанофізики конденсованих середовищ

Пролонговано: на 2018/2019 н.р.  (О.К.Колесник) «30» 08 2018 р.  
на 2019/2020 н.р.  (Н.М.Русинук) «07» 03 2019 р.

КИЇВ – 2017

**Розробник:**

**Опилат Віталій Якович**, кандидат фізико-математичних наук, доцент  
нанофізики конденсованих середовищ

«ПОП

Завідувач кафедри нанофізики конденсованих середовищ

  
В.А. Скрибін

✓  
Протокол № 4 від «27» 02 2017

Схвалено науково-методичною комісією інституту високих технологій

Протокол № 7 від «29» серпня 2017р.

Голова науково-методичної комісії

  
О.К. Колеж

«29» серпня 2017 року.

**1. Мета дисципліни:** Курс "Сучасні цифрові технології" ставить за мету навчити аспірантів основам використання цифрових технологій у науковому експерименті для адаптивного керування умовами протікання досліджуваних процесів, проведення вимірювань, швидкісного транспортування зібраних даних на комп'ютер та подальшого їх цифрового обробітку.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

Програма курсу побудована на засадах інтеграції та синтезу попередньо набутих знань. Широке використання міжпредметних зв'язків з фізики твердого тіла (зокрема фізики напівпровідників та напівпровідникових приладів), циклу дисциплін з теорії та практики електронних кіл слугувало фундаментом при складанні програми даного курсу і буде запорукою успішного його вивчення аспірантами. Володіння аспірантами однією з традиційних мов програмування (C, C++) обов'язкове для швидкого оволодіння мовою опису апаратури – VERILOG.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Предметом навчальної дисципліни "Сучасні цифрові технології" є вивчення мікроелектронних засобів реалізації сучасних цифрових технологій та методики їх впровадження у науковий експеримент. Акцент зроблено на практичне оволодіння прийомами роботи з мікроконтролерами та програмованими логічними інтегральними схемами які, поряд з комп'ютером, становлять основу сучасних методів керування експериментом. У курсі розглядаються апаратні – та програмні засоби створення, реалізації та верифікації проектів на базі електронних систем на кристалі. Значна увага відведена методиці створення проектів на мові опису апаратури VERILOG.

Проектування цифрових пристроїв шляхом програмування ПЛІС сімейства FPGA (Field Programmable Gate Array) і мікроконтролерів та програмна реалізація алгоритмів обробки сигналів складають зміст практичної частини курсу.

Для вивчення архітектури та засобів програмування мікроконтролерів вибрано продукт фірми NXP (підрозділ компанії Philips) - LPC2148. Це високошвидкісний (60 МГц) 32-х розрядний широкофункціональний мікроконтролер, який підтримується всіма професійними пакетами розробки мікропрограмного забезпечення (firmware).

Як базовий FPGA-кристал вибрано продукт фірми Xilinx – Spartan-6. Вибір обумовлений тим, що Xilinx була розробником технології FPGA, програмовані логічні інтегральні схеми цього виробника сьогодні мають найвищу швидкодію, а дешевша лінійка її продуктів - Spartan™ і відповідні навчальні комплекти є цінними для використання у навчальному процесі. До того ж, з Internet-сайту фірми можна завантажити безкоштовну версію пакету програм, необхідних для проходження всього проектного маршруту: ідея – проектування – моделювання – верифікація.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

Курс передбачає формування теоретичного фундаменту і початкових навичок роботи з

1. мікроконтролерами сімейства ARM (Advanced RISC Microprocessor),
2. програмованими логічними інтегральними схеми (ПЛІС),
3. апаратними засобами спряження цих систем між собою та з комп'ютером,

По закінченню курсу *аспірант повинен знати:*

- будову та принципи функціонування мікроконтролерів сімейства ARM (LPC2148),
- будову та принципи функціонування програмованих логічних інтегральних схем сімейства FPGA (Xilinx Spartan-6),
- послідовність створення та реалізації проектів за допомогою програмно-апаратних засобів фірми Keil (µVision) та фірми Xilinx (ISE),
- принципи і апаратні інтерфейси спряження цих систем між собою та з комп'ютером,

По закінченню курсу *аспірант повинен вміти:*

- розробляти і реалізовувати діючі цифрові проекти початкового рівня складності на основі мікроконтролерів та ПЛІС,
- володіти засобами поетапної верифікації функціонування розроблюваного пристрою,
- аналізувати результати моделювання та корегувати модель,

### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	аспірант повинен <b>знати</b> :	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
1.1	Особливості архітектури RISC-мікропроцесорів стандарту ARM7	лекція	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	
1.2	Програмне середовище $\mu$ Vision з модулем RealView MDK-ARM фірми Keil та методику реалізації у ньому мікроконтролерних проектів.	лекція	==/=	
1.3	Методи програмування системних та периферійних модулів мікроконтролера LPC2148.	лекція	==/=	
1.4	Методику завантаження програмного коду у мікроконтролер та покрокового відлагодження виконання програми сконфігурованим мікроконтролером.	лекція	==/=	
1.5	Фізичні основи функціонування програмованих логічних інтегральних схем FPGA. Методику реалізації схемотехнічного проекту та проекту з описовою основою на базі ПЛІС сімейства XILINX SpartanTM-6.	лекція	==/=	
1.6	Мову опису апаратури VERILOG і особливості її застосування для комп'ютерної симуляції та синтезу реальних електронних систем	лекція	==/=	
1.7	Методи верифікації віртуальної синтезованої електронної схеми шляхом комп'ютерної симуляції та імплементованої у кристал Spartan-6 засобами апаратного відлагодження.	лекція	==/=	
1.8	Апаратну та програмну складові протоколів USB та PCI-Express.	лекція	==/=	
1.9	Методику розроблення пристроїв спряження на основі мікроконтролерів та ПЛІС.	лекція	==/=	
2	аспірант повинен <b>вміти</b> :	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для роботи	до 45
2.1	Розробляти і реалізовувати діючі цифрові проекти початкового рівня складності на основі мікроконтролерів та ПЛІС	==/=	==/=	
2.2	володіти засобами поетапної верифікації функціонування розроблюваного цифрового пристрою.	==/=	==/=	

2.3	Аналізувати якість функціонування розроблюваного цифрового пристрою та корегувати проект.	=//=	=//=	
<b>3</b>	<b>комунікація</b>	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів		до 5
3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			
3.2	Здатність бути відповідальним за внесок в роботу команди при вирішенні проблеми	лекційні заняття з використанням роботи у підгрупах	оцінювання виконання завдань для самостійної	
<b>4</b>	<b>автономність та відповідальність</b>	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 5
4.1	самостійність у навчанні та/або професійній діяльності			

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1
	Програмні результати навчання (назва)														
ПРН. 1. Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі електроніки та телекомунікацій і суміжних галузей знань. Методологія наукових досліджень та принципи їх організації.	+				+										
ПРН. 2. Знати праці провідних світових учених, наукові школи та фундаментальні праці за напрямком дослідження; вміти формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу. Аналогові та цифрові, в тому числі адаптивні, методи обробки інформації.	+				+										
ПРН. 3. Знати принципи фінансування науково-дослідної роботи та структуру кошторисів на її виконання, вміти підготувати запит на отримання фінансування, звітну документацію. Сучасні телекомунікаційні та мережеві технології.								+	+						
ПРН. 6. Ініціювати, організувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.										+					
ПРН. 8. Формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.										+					
ПРН. 9. Формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.												+			
ПРН. 13. Визначати принципи та методи дослідження, використовуючи міждисциплінарні підходи.												+			
ПРН. 19. Ініціювання наукових та інноваційних комплексних проектів в галузі електроніки та телекомунікацій, лідерство та автономність під час їх реалізації.													+	+	
ПРН. 22. Здатність приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети															+
ПРН. 23. Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.										+	+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки

**7.1. Форми оцінювання аспірантів:** рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх лабораторних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.9 [знання] до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання аспірантів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має один змістовний модуль. Після завершення теми №7 проводиться письмова модульна контрольна робота. Обов'язковим для допуску до іспиту є: написання модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 12 та виступу з доповіддю на семінарі.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за іспиті можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів**.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання аспірантом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Аспіранти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності аспіранта з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

## 7.2. Організація оцінювання;

*Оцінювання за формами контролю:*

	<b>ЗМ</b>	
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>
Модульна контрольна робота	12	20
Виступ на семінарі	15	25
Виконання аспірантами самостійних робіт	9	15

*Орієнтований графік оцінювання:*

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	квітень
Виступ на семінарі	квітень
Виконання аспірантами самостійних робіт	березень - травень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	травень
Іспит	травень

Розрахунок балів, які аспірант отримує при успішній здачі заліку:

	Змістовий модуль	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	36	24	60
<b>Максимум</b>	<b>60</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100%
<b>Добре</b> / Good	75-89%
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74%
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59%

### 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
1	Структура сучасного вимірювального комплексу. Цифрові засоби керування експериментом. Мікроконтролери та програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС) – як апаратний фундамент проектування найскладніших електронних схем. RISC-мікроконтролери LPC2148 (NXP) з архітектурою стандарту ARM7: конвеєр команд, функціонування регістрів у різних режимах роботи контролера. Набір основних 32-бітних команд асемблера ARM-7.	2		8
2	Програмне середовище $\mu$ Vision та модуль RealView MDK-ARM фірми Keil. Підтримка асемблера і мов програмування C та C++. Створення проекту. Аналіз конфігураційного файлу. Компіляція проекту. Засоби відлагодження роботи програм у середовищі $\mu$ Vision. Спостереження за вмістом регістрів, пам'яті та значеннями змінних при покроковому виконанні програми.	2		8
3	Методика програмування роботи периферійних пристроїв - портів уводу/виводу загального призначення, цифро-аналогового перетворювача, таймера, модуля послідовного SPI-інтерфейсу. Обробіток апаратних та програмних переривань.	2		14
4	Завантаження програмного коду у мікроконтролер. Конфігурування	2	2	8



	програма. Покрокове відлагодження виконання програми сконфігурованим мікроконтролером.			
5	Фізичні основи функціонування програмованих логічних інтегральних схем FPGA. Архітектура та функціональні можливості ПЛІС сімейства XILINX Spartan™-6. Засоби реалізації проектів на основі FPGA. Мови опису апаратури (Hardware Language - HDL). Програмне середовище ISE фірми XILINX. Етапи створення схемотехнічного проекту. Бібліотеки базових компонентів для побудови цифрових електронних схем. IP-CORE – як форма реалізації інтелектуальної власності у галузі електроніки. Особливості використання елементів бібліотеки IP-CORE.	2		8
6	Структура проекту з описовою основою. Мова опису апаратури VERILOG. Типи даних та дії над ними. Використання бібліотек. Рівні абстракції при описі цифрових схем. Стили проектування на мові VERILOG. Структурне проектування. Потоківне проектування. Паралельні та послідовні оператори. Поведінкове проектування на мові VERILOG. Забезпечення синтезованості проекту. Синтез проекту.	2		14
7	Реалізація проекту. Суть процесу трансляції. Корекція схеми з врахуванням реальних фізичних ресурсів кристалу та топологічних обмежень. Аналіз розміщення компонентів схеми у реальному кристалі. Верифікація проекту шляхом комп'ютерного моделювання роботи схем. Генерування програмного файлу. Способи програмування мікросхем FPGA. Програмування та програмне забезпечення процесу програмування. Засоби відлагодження роботи запрограмованої інтегральної мікросхеми.	2	2	14
8	Пристрої спряження на основі мікроконтролерів та ПЛІС. Апаратна та програмна складові протоколу USB. Реалізація USB-інтерфейсу на основі мікроконтролера з архітектурою ARM.	2		12
9	Основи протоколу PCI-Express. Реалізація периферійного пристрою з інтерфейсом PCI-Express на базі ПЛІС	2		10

XILINX Spartan-6.			
ЗАГАЛОМ	18	4	96

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:

Лекцій – **18**- год.

Практичні заняття – **4** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота - **96** год.

## 9. Рекомендовані джерела:

### Основні:

Основна:

Тревор Мартин. Микроконтроллеры ARM7. Семейство LPC2000 компании Philips. Вводный курс.: Москва, "Додэка-XXI", 2006, 240 с.

Редькин П.П. Микроконтроллеры ARM7 семейства LPC2000. Руководство пользователя. : Москва, "Додэка-XXI", 2007, 558 с.

Електронне видання: LPC214x User Manual. Rev. 04 — 23 April 2012.: NXP Semiconductors, <https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10139.pdf>., Document identifier: UM10139, 354 P.

S. M. Sze , Kwok K. Ng, Physics of Semiconductor Devices, Third Edition, Wiley, Hoboken, New Jersey, 2007.

Thomas L. Floyd, Digital Fundamentals, Eleventh Edition, Pearson Education 2015, 953 p.

Steve Kilts, Advanced FPGA Design. Architecture, Implementation, and Optimization - Wiley, Hoboken, New Jersey, 2008.

M. Morris Mano, Michael D. Ciletti. Digital design : with an introduction to the verilog hdl. —5th ed. Prentice Hall, 2013, 565 p.

Уэйкерли Дж. Ф. Проектирование цифровых устройств. Т. 1,2. – М.: Постмаркет, 2002.

Електронне видання: Spartan-3 Generation FPGA User Guide. Extended Spartan-6, Spartan-3E, and Spartan-3 FPGA Families.: [www.xilinx.com](http://www.xilinx.com)., Document identifier: UG331 (v1.5) January 21, 2009, 522 P,

Brock J. LaMeres. Introduction to Logic Circuits & Logic Design with Verilog. Springer International Publishing AG, 2017, 468 p.

Joseph Cavanagh. Verilog HDL Design Examples. CRC Press, 2017, 712 p.

Peter Robert Wilson. Design Recipes for FPGAs, Second Edition: Using Verilog and VHDL. Elsevier, 2016, 392 p.

Соловьев В.В. Основы языка проектирования цифровой аппаратуры Verilog. Горячая линия - Телеком, 2014, 107 с.

Pong P. Chu, FPGA Prototyping by Verilog Examples., Wiley, Hoboken, New Jersey, 2008.

### Додаткова:

Anil K. Maini, Digital Electronics: Principles, Devices and Applications, Wiley, West Sussex, England, 2007.

Угрюмов У.П. Цифровая схемотехника: Учебн. пособие для вузов. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.- 800 с.

Рональд Дж. Точки, Нил С. Уидмер. Цифровые системы. Теория и практика, 8-е издание. – М.: Вильямс, 2004. – 1024 с.

- Кузелин М.О., Кнышев Д.А., Зотов В.Ю. Современные семейства ПЛИС фирмы XILINX. Справочное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 440 с.
- Зотов В.Ю. Проектирование цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы XILINX в САПР WebPACK ISE. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 624 с.
- Paul Scherz, Practical Electronics for Inventors. McGraw-Hill, New York, 2000.
- Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца. — М.: Додэка-XXI, 2007. — 408 с.
- Поляков А.К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры. — М.: СОЛОН-Пресс, 2003. — 320 с.