

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем
Кафедра проектирования и технологии радиоаппаратуры

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 11 7D 78 67 C2 66 A3 34 B2 CE 4F 9A FD E9 38 84 E5 28 4A 09
Владелец: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Новгородский государственный университет
имени Ярослава Мудрого»
Действителен: с 08.07.2021 до 08.10.2022

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭИС
С.И. Эминов
(подпись)
«12» 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

УСТРОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

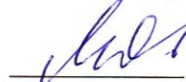
для направления подготовки

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Направленность (профиль) - Проектирование и технология радиоэлектронных средств

СОГЛАСОВАНО

Начальник УОД


А.Н. Макаревич
«20» 2019 г.

Разработал

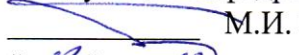
профессор кафедры ПТРА


В.А. Карачинов
«12» 2019 г.

Принято на заседании кафедры ПТРА

Протокол № 5 от 12.12.2019 г.

Заведующий кафедрой ПТРА


М.И. Бичурин
«12» 2019 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины: изучение физических основ функциональной электроники; основных физических процессов, лежащих в основе действия приборов функциональной электроники; конструкции, параметров, характеристики и области применения приборов и устройств функциональной электроники.

Задачи:

а) сформировать у обучающихся представление о основах функционирования устройств функциональной электроники, перспективах развития конструирования и технологии устройств функциональной электроники;

б) подготовить обучающихся к проведению научных исследований и разработок, применению новых методологических подходов к решению задач в профессиональной сфере деятельности;

в) сформировать у обучающихся навыки использования современных информационных и компьютерных технологий, средств коммуникации, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности;

г) сориентировать обучающихся на использование полученных знаний в будущей профессиональной деятельности.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) Проектирование и технология радиоэлектронных средств и ориентирована на формирование общей профессиональной культуры конструктора, технолога (маркетолога) и организатора проектирования.

В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин (модулей, практик): «Компоненты электронной техники», «Теоретические основы электротехники», «Материалы электронной техники», «Схемотехника», «Основы конструирования и технологии производства электронных средств».

Освоение учебной дисциплины «Устройства функциональной электроники» является компетентностным ресурсом для выполнения выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

ПК-2 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения;

ПК-3 - Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
ПК-2 Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения	ИД-1 _{ПК-2} Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков;	ИД-2 _{ПК-2} Умеет проводить исследования характеристик электронных средств и технологических процессов	
ПК-3 - Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ИД-1 _{ПК-3} Знает принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов;	ИД-2 _{ПК-3} Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов;	ИД-3 _{ПК-3} Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		8 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	3
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	54	54
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	54	54
5. Промежуточная аттестация <i>(зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ)</i>	ДЗ	ДЗ

4.1.2 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Трудоемкость учебной дисциплины для заочной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение
--------------------------	-------	---------------

		по семестрам	
		7 семестр	8 семестр
1 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	3		3
2 Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	12	1	11
3 Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	96		96
4 Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ)	ДЗ		ДЗ

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Функциональная электроника. Основные понятия

1.1 Предмет дисциплины и ее задачи. Основные направления функциональной электроники. Обзор физических явлений и процессов функциональной микроэлектроники: динамические неоднородности; континуальные среды; генераторы динамических неоднородностей; устройство управления динамическими неоднородностями; детектирование динамических неоднородностей

Раздел 2. Функциональная акустоэлектроника

2.1 Принципы взаимного преобразования акустических и электрических сигналов. Волны Рэлея. Волны Лява. Типы и свойства поверхностных акустических волн: волны Стоунли, Лэмба, Гуляева-Блюстейна; вытекающие волны. Методы возбуждения и приема акустических волн. Встречно-штыревой преобразователь: эквивалентная схема, параметры. Управление распространением акустических волн: многополосковые ответвители, отражатели. Резонаторы акустических волн. Взаимодействие электронов с поверхностными акустическими волнами. Усиление акустических волн.

2.2 Пьезоэлектрические преобразователи. Приборы на поверхностных акустических и магнитостатических волнах (ПАВ и МСВ). Конструирование многофункциональных устройств на ПАВ, МСВ. Приборы функциональной акустоэлектроники: линии задержки, генераторы на ПАВ, конвольверы, устройства памяти, Фурье-процессоры.

Раздел 3. Функциональная полупроводниковая электроника

3.1 Физические основы работы приборов с зарядовой связью (ПЗС). Накопление и перенос заряда, шумовые процессы. Способы реализации и физические ограничения ПЗС. Электрическая объемная неустойчивость в многодолинных полупроводниках. Образование доменов сильного поля; условия их существования и продвижения. Перенос носителей заряда в аморфных полупроводниках, шнурование тока. Квантовые размерные эффекты в полупроводниках.

3.2 Приборы функциональной полупроводниковой электроники: аналоговые процессоры на ПЗС-структурах, цифровые процессоры на ПЗС-структурах, запоминающие устройства на ПЗС-структурах, БИСПИН-приборы, приборы на волнах пространственного заряда, приборы на основе эффекта Ганна.

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)			В т.ч. СРС	Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная					
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
Раздел 1. Функциональная электроника. Основные понятия							
1.1	Предмет дисциплины и ее задачи. Основные направления функциональной электроники. Обзор физических явлений и процессов функциональной микроэлектроники: динамические неоднородности; континуальные среды; генераторы динамических неоднородностей; устройство управления динамическими неоднородностями; детектирование динамических неоднородностей Лабораторная работа «Определение зависимости сопротивления коммутации транзисторной оптопары от яркости освещения фототранзистора»	2		4	1	6	контрольный опрос доклад
Раздел 2. Функциональная акустоэлектроника							

2.1	Принципы взаимного преобразования акустических и электрических сигналов. Волны Рэлея. Волны Лява. Типы и свойства поверхностных акустических волн: волны Стоунли, Лэмба, Гуляева-Блюстейна; вытекающие волны. Методы возбуждения и приема акустических волн. Встречно-штыревой преобразователь: эквивалентная схема, параметры. Управление распространением акустических волн: многополосковые ответвители, отражатели. Резонаторы акустических волн. Взаимодействие электронов с поверхностными акустическими волнами. Усиление акустических волн. Лабораторная работа «Исследование влияния частоты на сопротивление высокочастотной нагрузки.»	2		4	1	6	контрольный опрос доклад
2.2	Пьезоэлектрические преобразователи. Приборы на поверхностных акустических и магнитостатических волнах (ПАВ и МСВ). Конструирование многофункциональных устройств на ПАВ, МСВ. Приборы функциональной акустоэлектроники: линии задержки, генераторы на ПАВ, конвольверы, устройства памяти, Фурье-процессоры. Лабораторная работа «Изучение влияния частоты сдвига фаз сигнала в ультразвуковых линиях задержки»	2		4	1	6	контрольный опрос доклад
Раздел 3. Функциональная полупроводниковая электроника							
3.1	Физические основы работы приборов с зарядовой связью (ПЗС). Накопление и перенос заряда, шумовые процессы. Способы реализации и физические ограничения ПЗС. Электрическая объемная неустойчивость в многодолинных полупроводниках. Образование доменов сильного поля; условия их существования и продвижения. Перенос носителей заряда в аморфных полупроводниках, шнурование тока. Квантовые размерные эффекты в полупроводниках. Лабораторная работа «Влияние размерных факторов на частотную характеристику кварцевого низкочастотного резонатора.»	2		4	1	6	контрольный опрос доклад
3.2	Приборы функциональной полупроводниковой электроники: аналоговые процессоры на ПЗС-структурах, цифровые процессоры на ПЗС-структурах, запоминающие устройства на ПЗС-структурах, БИС/ПИН-приборы, приборы на волнах пространственного заряда, приборы на	2		4	1	6	контрольный опрос доклад

	основе эффекта Ганна. Лабораторная работа «Исследование зависимости емкости варикапа от приложенного напряжения.»						
Раздел 4. Функциональная диэлектрическая электроника							
4.1	Физические основы, динамические неоднородности, континуальные среды, генераторы динамических неоднородностей, другие элементы приборов. Лабораторная работа «Изучение строения и свойств оксидных терморезисторов.»	2		4	1	6	контрольный опрос доклад
4.2	Приборы и устройства функциональной диэлектрической электроники, слоистые структуры, устройства памяти, процессоры. Лабораторная работа «Исследование стабилитронов»	2		4	1	6	контрольный опрос доклад
Раздел 5. Функциональная магнетoeлектроника							
5.1	Магнитоупорядоченные вещества и их магнитные характеристики. Обменное взаимодействие и магнитная анизотропия. Цилиндрические магнитные домены. Доменные границы. Генерация, деление, перемещение и детектирование цилиндрических магнитных доменов. Лабораторная работа «Исследование слоистых структур»	2		4	1	6	контрольный опрос доклад
5.2	Магнетoeлектронные запоминающие устройства и носители информации. Процессоры сигналов на цилиндрических магнитных доменах (ЦМД). Процессоры сигналов на магнитостатических волнах. Запоминающие устройства на (ЦМД). Запоминающие устройства на магнитных вихрях. Магнитные полупроводники и устройства на их основе. Лабораторная работа «Исследование устройств памяти на сегнетoeлектрической PZT-керамике»	2		4	1	6	контрольный опрос доклад
	<i>Промежуточная аттестация</i>	<i>Диф. Зачет (АЧ)</i>					
	ИТОГО	18		36	9	54	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

Таблица 5 - Темы лабораторных работ

№	Темы лабораторных работ	Трудоем- кость в АЧ
1.	Определение зависимости сопротивления коммутации транзисторной оптопары от яркости освещения фототранзистора.	4
2.	Исследование влияния частоты на сопротивление высокочастотной нагрузки.	4
3.	Изучение влияния частоты сдвига фаз сигнала в ультразвуковых линиях задержки	4

4.	Влияние размерных факторов на частотную характеристику кварцевого низкочастотного резонатора.	4
5.	Исследование зависимости емкости варикапа от приложенного напряжения.	4
6.	Изучение строения и свойств оксидных терморезисторов.	4
7.	Исследование стабилитронов.	4
8.	Исследование слоистых структур.	4
9.	Исследование устройств памяти на сегнетоэлектрической PZT-керамике.	4
	ИТОГО	36

4.4.1 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 6 - Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
Раздел № 1 Активные микроэлектронные устройства сверхвысоких частот		
1.	Предмет дисциплины и ее задачи. Основные направления функциональной микроэлектроники. Обзор физических явлений и процессов функциональной микроэлектроники: динамические неоднородности; континуальные среды; генераторы динамических неоднородностей; устройство управления динамическими неоднородностями; детектирование динамических неоднородностей (лекция-презентация)	2
Раздел 2. Функциональная акустоэлектроника		
2.	Принципы взаимного преобразования акустических и электрических сигналов. Волны Рэлея. Волны Лява. Типы и свойства поверхностных акустических волн: волны Стоунли, Лэмба, Гуляева-Блюстейна; вытекающие волны. Методы возбуждения и приема акустических волн. Встречно-штыревой преобразователь: эквивалентная схема, параметры. Управление распространением акустических волн: многополосковые ответвители, отражатели. Резонаторы акустических волн. Взаимодействие электронов с поверхностными акустическими волнами. Усиление акустических волн. (лекция-презентация)	2
3.	Пьезоэлектрические преобразователи. Приборы на поверхностных акустических и магнитостатических волнах (ПАВ и МСВ). Конструирование многофункциональных устройств на ПАВ, МСВ. Приборы функциональной акустоэлектроники: линии задержки, генераторы на ПАВ, конвольверы, устройства памяти, Фурье-процессоры. (лекция-презентация)	2
Раздел 3. Функциональная полупроводниковая электроника		
4.	Физические основы работы приборов с зарядовой связью (ПЗС). Накопление и перенос заряда, шумовые процессы. Способы реализации и физические ограничения ПЗС. Электрическая объемная неустойчивость в многодолинных полупроводниках. Образование доменов сильного поля; условия их существования и продвижения. Перенос носителей заряда в аморфных полупроводниках, шнурование тока. Квантовые размерные эффекты в полупроводниках. (лекция-презентация)	2
5.	Приборы функциональной полупроводниковой электроники: аналоговые процессоры на ПЗС-структурах, цифровые процессоры на ПЗС-структурах, запоминающие устройства на ПЗС-структурах, БИС/ПИН-приборы, приборы на волнах пространственного заряда, приборы на основе эффекта Ганна. (лекция-презентация)	2
Раздел 4. Функциональная диэлектрическая электроника		
6.	Физические основы, динамические неоднородности, континуальные среды, генераторы динамических неоднородностей, другие элементы приборов. (лекция-презентация)	2

7.	Приборы и устройства функциональной диэлектрической электроники, слоистые структуры, устройства памяти, процессоры. (лекция-презентация)	2
Раздел 5. Функциональная магнетоэлектроника		
8.	Магнитоупорядоченные вещества и их магнитные характеристики. Обменное взаимодействие и магнитная анизотропия. Цилиндрические магнитные домены. Доменные границы. Генерация, деление, перемещение и детектирование цилиндрических магнитных доменов. (лекция-презентация)	2
9.	Магнитоэлектронные запоминающие устройства и носители информации. Процессоры сигналов на цилиндрических магнитных доменах (ЦМД). Процессоры сигналов на магнитостатических волнах. Запоминающие устройства на (ЦМД). Запоминающие устройства на магнитных вихрях. Магнитные полупроводники и устройства на их основе. (лекция-презентация)	2
	ИТОГО	18

Таблица 7 – Методические рекомендации по организации лабораторных занятий

№	Темы лабораторных работ	Трудоемкость в АЧ
Раздел 1. Общие вопросы тепло-и массообмена в электронных средствах (ЭС)		
Раздел 3. Функциональная полупроводниковая электроника		
1	Лабораторная работа № 1. Определение зависимости сопротивления коммутации транзисторной оптопары от яркости освещения фототранзистора. Универсальный лабораторный стенд №1..	4
2	Лабораторная работа № 2. Исследование влияния частоты на сопротивление высокочастотной нагрузки. Универсальный лабораторный стенд №2..	4
3	Лабораторная работа № 3. Изучение влияния частоты сдвига фаз сигнала в ультразвуковых линиях задержки Универсальный лабораторный стенд №1.	4
4	Лабораторная работа № 4. Влияние размерных факторов на частотную характеристику кварцевого низкочастотного резонатора. Универсальный лабораторный стенд №2.	4
5	Лабораторная работа № 5. Исследование зависимости емкости варикапа от приложенного напряжения. Универсальный лабораторный стенд №2..	4
6	Лабораторная работа № 6. Изучение строения и свойств оксидных терморезисторов. Универсальный лабораторный стенд №3.	4
7	Лабораторная работа № 7. Исследование стабилитронов. Универсальный лабораторный стенд №4..	4
8	Лабораторная работа № 8. Исследование слоистых структур. Универсальный лабораторный стенд №3..	4
9	Лабораторная работа № 9. Исследование устройств памяти на сегнетоэлектрической PZT-керамике. Универсальный лабораторный стенд №5..	4
	ИТОГО	36

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ**Методы и средства проведения занятий**

При проведении лабораторного практикума студенты максимально самостоятельно выполняют лабораторные работы. Занятия строятся следующим образом:

На первом занятии:

- проводится инструктаж по технике безопасности;
- студенты разбиваются на группы для выполнения ЛР;

- получают у преподавателя лабораторное задание и указания по организационным вопросам: знакомятся с порядком выполнения, защиты ЛР, правилами оформления отчета (в соответствии с СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению);

на последующих занятиях:

- студенты выполняют лабораторные работы;
- оформляют отчеты по лабораторным работам;
- проводится защита выполненной лабораторной работы;

На последнем занятии – защита последней лабораторной работы.

Примечание – без защиты лабораторных работ можно выполнить только 2 работы.

Студенты, не защитившие лабораторные работы в срок и не набравшие необходимой суммы баллов, защищают все выполненные лабораторные работы на занятии, выделенном как защита блока лабораторных работ. Такая защита оценивается минимальным количеством баллов.

Лабораторный практикум считается выполненным, если студент отработал и защитил все лабораторные работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов.

Для выполнения лабораторного практикума студенты должны пользоваться методическими указаниями: “Исследование конструкции и параметров световодов волоконно-оптических линий связи (ВОЛС)” : метод. указания к лаб. работе / сост.: В. А. Карачинов, В. М. Гареев ; Новгород. политехн. ин-т, Каф. "Конструирование и пр-во радиоаппаратуры". - Новгород, 1991. - 27 с. - Библиогр.: с. 27. - Б. ц., 100 экз. Новгородский государственный университет; ЭБС БиблиоТех. “Исследование процессов свободной конвекции в жидкости телевизионным методом”: лаб. практикум/сост. В.А. Карачинов, Разумовская А.О., Ильин С.В.; НовГУ.- В.Новгород. 2011. - 35 с. (Библиотечный фонд кафедры ПТРА, тв. копия).

Методические указания содержат описания объекта исследования, используемого лабораторного оборудования, методику и порядок проведения лабораторных работ, методы измерений и расчетов, указания по выполнению отчета о работе, контрольные вопросы.

Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины (модуля) представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)
		компьютерный класс с выходом в Интернет, в том числе для проведения практических занятий
		Лаборатория: Универсальные лабораторные стенды №1-5
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера, выход в Интернет)
2.	Мультимедийное оборудование	ПК с подключением к Интернет: Сист. блок Intel ® Pentium ® CPU G3240 @3.10 GHz, 465Gb, монитор 21"

		Проектор Benq MW 526 DLP (1 шт.) Экран настенный Digis Optimal-C (1 шт.)	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard		Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Kaspersky Endpoint Security Standard*		Лицензия № 1C1C-180910-103950-813-1463	10.09.2018
Подписка Microsoft Office 365		свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-
Skype		свободно распространяемое	-
Teams		свободно распространяемое	-

Приложение А
(обязательное)

Фонд оценочных средств
учебной дисциплины «Устройства функциональной электроники»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (вопросы к контрольной работе, коллоквиуму и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 - Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Контрольный опрос	Все темы разделов № 1 - № 5	5x9	ПК-2, ПК-3
2.	Лабораторные работы	Все темы разделов	10x9	
3.	Доклад	Одна из тем разделов № 1 - № 5 на выбор	15	
		Промежуточная аттестация		
	Диф. зачет			
	ИТОГО		150	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.2 - Контрольный опрос

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество правильных ответов	2 варианта	по 10 вопросов в комплекте

Примерные вопросы:

1. Что такое динамические неоднородности и континуальные среды?
2. Назовите виды динамических неоднородностей и различные континуальные среды?
3. Перечислите основные направления развития устройств ФЭ?
4. Назовите особенности приборов с зарядовой связью?
5. Каковы динамические неоднородности в ПЗС и как они создаются?

Примерные темы докладов:

- 1) Основные направления функциональной электроэлектроники
- 2) Физические основы работы приборов с зарядовой связью (ПЗС)
- 3) Волны Рэлея. Волны Лява.
- 4) Типы и свойства поверхностных акустических волн: волны Стоунли, Лэмба, Гуляева-Блюстейна;
- 5) Приборы функциональной полупроводниковой электроники

Приложение Б
(обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины «Устройства функциональной электроники»

Таблица Б.1 – Основная литература*

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1. Баканов Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств : учеб. пособие для вузов / Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов ; под ред. И. Г. Мироненко. - 2-е изд., исправленное и дополненное - Москва : Академия, 2014. - 366, [2] с. : ил. - ISBN 978-5-4468-0441-2 : (в переводе) : 798.22, 1000 экз.	7	
2. Рассветалов Л. А. Функциональная электроника : учеб. пособие / Л. А. Рассветалов ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Новгород, 1999. - 116с Режим доступа.- https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-4012	3	БиблиоТех
Учебно-методические издания		
3. Устройства функциональной электроники и электрорадиоэлементы: метод. указания по курсовому проектированию для студентов спец. 0705 "Конструирование и пр-во радиоаппаратуры" / сост. Е. П. Курашова ; Новгород. политехн. ин-т, Каф. "Конструирование и пр-во радиоаппаратуры". - Новгород, 1986. - 28 с. https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-4275	1	БиблиоТех
4. Исследование конструкции и параметров световодов волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) : метод. указания к лаб. работе / сост.: В. А. Карачинов, В. М. Гареев ; Новгород. политехн. ин-т, Каф. "Конструирование и пр-во радиоаппаратуры". - Новгород, 1991. - 27 с. - Библиогр.: с. 27. - Б. ц., 100 экз. : https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-3269	2	БиблиоТех
5. Исследование процессов свободной конвекции в жидкости телевизионным методом : лаб. практикум / сост.: В. А. Карачинов, А. О. Разумовская, С. В. Ильин ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2011. - 35, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 35. - Б. ц. - 20.00, 100 экз. Новгородский государственный университет; ЭБС БиблиоТе Режим доступа.- https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-552	16	БиблиоТех
Электронные ресурсы		
1. Смирнов Ю. А. Основы нано- и функциональной электроники : учеб. пособие для вузов / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2013. - 310, [1] с. : - ISBN 978-5-8114-1378-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://saitknigi.ru/obychnie/7174-yua-smirnov-i-dr-osnovy-nano-i-funkcionalnoy-elektroniki-2013-pdf.html (дата обращения: 10.09.2021).		Лань

*См. требования п. 4.3.3 ФГОС 3++ (как правило, при использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра на каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль)).

Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека
Сектор учета *Резан*

библиотечный фонд должен быть укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра на каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль)).

Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1. Карачинов Д. В. Пирометрические зонды на основе тугоплавких соединений : монография / Д. В. Карачинов, В. А. Карачинов ; Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2008. - 123, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 115-123. - 58.00, 500 экз. ЭБС БиблиоТех. Сигла хранения Ф1-2(9),	11	БиблиоТех: Полный текст: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-574

Таблица Б.3 – Информационное обеспечение

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина https://www.prlib.ru/	в открытом доступе	-
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
Национальная подписка в рамках проекта Министерства образования и науки РФ (Госзадание № 4/2017 г.) к наукометрическим БД Scopus и Web of Science https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	регистрация (территория вуза)	2022
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-

Проверено НБ НовГУ. Калинин И.А.

Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека
Сектор учета

Зав. кафедрой

подпись

И.О.Фамилия

« 12 »

12

20 18 г.

Приложение В
(обязательное)

**Лист актуализации рабочей программы
учебной дисциплины «Устройства функциональной электроники»**

Рабочая программа актуализирована на 20~~20~~/20~~21~~ учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от « 10 » 06 20~~20~~ г.

Разработчик: Карачинцев В.А. Андреев

Зав. кафедрой Бичурин М.И.

Рабочая программа актуализирована на 20~~21~~/20~~22~~ учебный год.

Протокол № 5 заседания кафедры от « 28 » 01 20~~21~~ г.

Разработчик: Карачинцев В.А. Андреев

Зав. кафедрой Бичурин М.И.

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.

Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » ____ 20__ г.

Разработчик: _____

Зав. кафедрой _____

Таблица В.1 Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:

Номер изменения	№ и дата протокола заседания кафедры	Содержание изменений	Зав.кафедрой	Подпись
1	Заседание кафедры ПТРА № 10 от 10.06.2020 г.	Обновлена и актуализирована таблица 7 – Материально-техническое обеспечение в п. 7.2. Добавлена таблица БЗ– Информационное обеспечение.	Бичурин М.И.	

Содержание изменений:

1 Актуализировать п. 7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 7 - Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)	
		компьютерный класс с выходом в Интернет, в том числе для проведения практических занятий	
		лаборатория: Универсальные лабораторные стенды №1-5	
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера, выход в Интернет)	
2.	Мультимедийное оборудование	ПК с подключением к Интернет: Сист. блок Intel ® Pentium ® CPU G3240 @3.10 GHz, 465Gb, монитор 21" Проектор Benq MW 526 DLP (1 шт.) Экран настенный Digis Optimal-C (1 шт.)	
3.	Программное обеспечение		
	Наименование программного продукта	Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
	Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard	Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018
	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999. Node 1 year Educational Renewal License *	Договор №148/ЕП(У)20-ВБ, 1C1C-200914-092322-497-674	11.09.2020
	ABBYY FineReader PDF 15 Business. Версия для скачивания (годовая лицензия с академической скидкой)*	Договор №191/Ю	16.11.2020
	Zoom	Договор №363/20/90/ЕП(у)20-ВБ	04.06.2020
	Антиплагиат. Вуз.*	Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
	Подписка Microsoft Office 365	свободно распространяемое для вузов	-
	Adobe Acrobat	свободно распространяемое	-
	Teams	свободно распространяемое	-
	Skype	свободно распространяемое	-
	Zoom	свободно распространяемое	-

* отечественное производство