

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О.Сухого

 О.Д. Асенчик

«17» 10. 2014

Регистрационный № УДг-2014-5 /р.

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОСХЕМОТЕХНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-36 04 02

«Промышленная электроника»

Факультет автоматизированных и информационных систем

Кафедра Промышленная электроника

Курс (курсы)

2

Семестр (семестры)

4

Лекции

51

(количество часов)

Экзамен

4

(семестр)

Практические (семинарские)

занятия

=

(количество часов)

Зачет

=

(семестр)

Лабораторные

занятия

34

(количество часов)

Курсовая работа (проект)

=
(семестр)

Аудиторных часов

по учебной дисциплине 85

(количество часов)

Всего часов

по учебной дисциплине 198

(количество часов)

Форма получения

высшего образования дневная

Составили Л.А. Захаренко, ст. преподаватель; В.М. Лукашов, ассистент

(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

2014

КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

Учебная программа составлена на основе учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Микроэлектроника и микросхемотехника» для специальности 1-36 04 02 Промышленная электроника, УД-1017/уч от 11.11.2014.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Промышленная электроника»

28.08.2014, протокол №1

(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой



(подпись)

Ю.В. Крышнев
(И.О. Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем

05.04.2014, №1

(дата, номер протокола)

Председатель



(подпись)

Г.И. Селиверстов
(И.О. Фамилия)

1. Пояснительная записка

Учебная программа по дисциплине «Микроэлектроника и микросхемотехника» для студентов дневной формы обучения специальности I степени высшего образования 1-36 04 02 «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого» разработана в соответствии с учебной программой учреждения высшего образования УД-1017/уч от 11.11.2014.

1.1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является приобретение знаний о современной элементной базе микроэлектронных изделий, их схемотехнике и основных параметрах, методах проектирования электронных устройств с использованием аналоговых микросхем.

В результате изучения дисциплины «Микроэлектроника и микросхемотехника» обучаемый должен знать:

- основные принципы, методы и средства реализации технологических процессов производства интегральных микросхем;
- структурные схемы и особенности схемотехники интегральных микросхем;

уметь:

- измерять электрические характеристики и определять основные технические параметры аналоговых интегральных микросхем;
- применять интегральные микросхемы при проектировании радиоэлектронных схем;

владеть:

- физическими основами процессов, используемых в производстве интегральных схем;
- методами расчета и проектирования типовых узлов и интегральных микросхем.

1.2. Освоение учебной дисциплины согласно стандарту специальности должно обеспечить формирование следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом;

АК-3. Владеть исследовательскими навыками;

АК-4. Уметь работать самостоятельно;

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации;

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;

АК-10. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

АК-11. Применять соответствующий физико-математический аппарат, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в физике, химии, экологии для решения проблем, возникших в ходе профессиональной деятельности;

АК-11. Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации с использованием компьютерной техники;

АК-12. Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности;

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике;

СЛК-6. Уметь работать в команде;

ПК-1. В составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативных документов;

ПК-8. В составе группы специалистов осуществлять метрологическую аттестацию и сертификацию изготавливаемых радиоэлектронных средств промышленной электроники;

ПК-13. Разрабатывать технические задания на проектируемый объект, выбирать структуру и элементную базу радиоэлектронных средств промышленной электроники, рассчитывать и анализировать режимы работы как отдельных узлов, так и изделия в целом;

ПК-14. В составе группы специалистов или самостоятельно разрабатывать конструкторскую документацию на проектируемое устройство промышленной электроники;

ПК-18. Анализировать и оценивать собранные данные;

ПК-20. Готовить доклады, материалы к презентациям;

ПК-22. Анализировать перспективы и направления развития элементной базы и современных технологий;

ПК-25. Писать научные статьи, готовить доклады, оформлять заявки на изобретения;

ПК-26. Готовить техническую документацию к тендерам, проводить экспертизу тендерных материалов, обучать персонал проводить тендеры и экспертизу.

1.3. Учебная дисциплина «Микроэлектроника и микросхемотехника» взаимосвязана со следующими учебными дисциплинами учебного плана специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» I степени высшего образования: «Физические основы электронной техники», «Материалы и компоненты электронной техники», «Электронные приборы», «Схемотехника аналоговых устройств».

1.4. При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов.

1.5. Программа дисциплины «Микроэлектроника и микросхемотехника» рассчитана на объем 198 учебных часов, из них – 85 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 51 час, лабораторных работ – 34 часа.

2. Содержание учебного материала

2.1. Лекционные занятия

№ п.п.	Наименование темы, содержание лекции	Объем в часах
4-й семестр		
Раздел 1. Микроэлектроника: общие сведения, этапы развития.		
1.1	Микроэлектроника: общие сведения, этапы развития. Микроэлектроника: цели и задачи, этапы развития. Классификация технологий и типов ИМС. Система условных обозначений. Особенности и отличия интегральных микросхем от схем на дискретных элементах.	2
Раздел 2. Основные технологические операции при производстве гибридных ИМС.		
2.1	Основные технологические операции при производстве гибридных ИМС. Основные технологические операции при производстве гибридных ИМС: получение подложки, её первичная обработка, нанесение резистивной и проводящей пленок, фотолитография и травление, монтаж компонентов, монтаж в корпус. Пленочные элементы гибридных ИМС: резисторы, конденсаторы, проводники и контактные площадки.	2
Раздел 3. Основные технологические операции при производстве полупроводниковых ИМС.		
3.1	Основные технологические операции при производстве полупроводниковых ИМС. Основные технологические операции при производстве полупроводниковых ИМС: получение слитка монокристалла кремния, его резка на пластины, первичная обработка полупроводниковых пластин, окисление, получение областей другого типа проводимости: фотолитография и травление, диффузия, эпитаксия. Резка пластины на кристаллы и монтаж в корпус, герметизация.	4
Раздел 4. Базовые структуры полупроводниковых интегральных элементов.		
4.1	Базовые структуры полупроводниковых интегральных элементов. Базовые структуры полупроводниковых ИМС: резисторы, диоды, транзисторы, конденсаторы.	4
Раздел 5. Схемотехника, анализ основных характеристик и расчет типовых узлов и каскадов ИМС.		
5.1	Схемотехника, анализ основных характеристик и расчет типовых узлов и каскадов ИМС. Интегральные источники тока. Основные па-	4

	параметры источников тока. Простое токовое зеркало и его модификации: принцип работы, вывод формулы для выходной проводимости. Токовое зеркало Уилсона: схема, принцип работы, вывод формулы для выходной проводимости.	
5.2	Интегральные источники опорного напряжения: Основные параметры источников опорного напряжения. Влияние отрицательной обратной связи (ООС) на выходное сопротивление. Примеры схем источников опорного напряжения. Термокомпенсация и термостабилизация. Примеры схем термокомпенсированных и термостабилизированных источников опорного напряжения. Источник опорного напряжения, определяемого шириной запрещенной зоны кремния.	4
Раздел 6. Интегральные стабилизаторы напряжения.		
6.1	Интегральные стабилизаторы напряжения. Интегральные микросхемы стабилизаторов напряжения: назначение, классификация, схемотехника интегральных стабилизаторов на примере ИМС К142ЕН1,2, основные параметры, примеры применения. Защита в интегральных стабилизаторах напряжения.	2
Раздел 7. Операционные усилители и компараторы.		
7.1	Операционные усилители и компараторы. Интегральные микросхемы операционных усилителей (ОУ): назначение, классификация, структурные схемы операционных усилителей, схемотехника универсальных операционных усилителей, схемотехника прецизионных операционных усилителей, примеры применения. Основные параметры операционных усилителей. Виды и происхождение шумов. Шумовые параметры операционных усилителей.	4
7.2	Интегральные микросхемы компараторов напряжения: назначение, классификация, схемотехника, основные параметры, примеры применения.	4
Раздел 8. Аналоговые ключи и устройства выборки и хранения.		
8.1	Аналоговые ключи и устройства выборки и хранения. Интегральные микросхемы аналоговых ключей: назначение, схемотехника, основные параметры, примеры применения.	2
8.2	Интегральные микросхемы устройств выборки и хранения: назначение, схемотехника на примере ИМС К1100СК2, основные параметры, примеры применения.	2
Раздел 9. Аналоговые перемножители сигналов.		
9.1	Аналоговые перемножители сигналов. Интегральные микросхемы аналоговых перемножителей сигналов (АПС): назначение, обзор существующих методов аналогового умножения. Схемотехника перемножителей на основе управляемого напряжением дифференциального делителя токов (на примере балансного модулятора 140МА1). Схемотехника перемножителей на основе управляемого током дифференциального делителя токов (на примере ИМС 525ПС1 и 525ПС2). Основные параметры, примеры применения.	4
Раздел 10. Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи.		
10.1	Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Интегральные микросхемы цифроаналоговых преобразователей (ЦАП): назначение, классификация, принципы построения ЦАП, схемотехника ЦАП с матрицей взвешенных резисторов. Схемотехника ЦАП с использованием матрицы R-2R, схемотехника ЦАП с инверсным включением резистивной матрицы на основе К572ПА1. Основные параметры, примеры применения. Внутренняя структура и принци-	4

	пиальная схема ИМС преобразователя «напряжение-частота» К1108ПП1. Цифро-аналоговые преобразователи на переключаемых конденсаторах.	
10.2	Интегральные микросхемы аналого-цифровых преобразователей (АЦП): назначение, принципы аналого-цифрового преобразования, классификация, основные параметры. Интегральные микросхемы аналого-цифровых преобразователей, построенных по методу последовательных приближений, на примере ИМС К1108ПВ1. Интегральные микросхемы аналого-цифровых преобразователей, построенных по методу двойного интегрирования, на примере ИМС К572ПВ2. Сигма-дельта АЦП. Интегральные микросхемы параллельных аналого-цифровых преобразователей на примере ИМС К1107ПВ1. Аналого-цифровые преобразователи на переключаемых конденсаторах.	3
Раздел 11. ИМС специализированного применения.		
11.1	ИМС специализированного применения. Области применения современных ИМС. ИМС для автомобильной электроники. Интерфейсные ИМС. ИМС для систем связи и телефонии. ИМС таймеров и часов реального времени. ИМС управления осветительным оборудованием: виды источников света и их основные характеристики, ИМС управления лампами накаливания, ИМС управления газоразрядными источниками света, ИМС управления светодиодами. Обзор ИМС для бытовой электроники, телевидения и аудио.	6
Итого:		51 ✓

2.2. Лабораторные занятия

№ п.п.	Наименование темы, содержание занятия	Объем в часах
4-й семестр		
1	Исследование основных технологических операций при производстве ИМС.	4
2	Исследование интегральных источников тока – простое токовое зеркало и его модификации.	6
3	Исследование интегральных источников опорного напряжения.	2
4	Исследование шумовых параметров операционных усилителей.	2
5	Исследование интегральных компараторов напряжения.	2
6	Исследование интегральных микросхем УВХ.	6
7	Исследование интегральных микросхем аналоговых перемножителей сигналов.	4
8	Исследование интегральных микросхем цифроаналоговых преобразователей.	4
9	Исследование метода последовательных приближений при аналого-цифровом преобразовании.	2
10	Исследование метода двойного интегрирования при аналого-цифровом преобразовании.	2
Итого:		34 ✓

3. Учебно-методическая карта дисциплины

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа магистранта	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4-й семестр								
1.	Микроэлектроника: общие сведения, этапы развития. (2 ч.)	2						экзамен
1.1	Микроэлектроника: общие сведения, этапы развития. Микроэлектроника: цели и задачи, этапы развития. Классификация технологий и типов ИМС. Система условных обозначений. Особенности и отличия интегральных микросхем от схем на дискретных элементах.	2						экзамен
2.	Основные технологические операции при производстве гибридных ИМС. (4 ч.)	2			2			экзамен, защита л/р
2.1	Основные технологические операции при производстве гибридных ИМС. Основные технологические операции при производстве гибридных ИМС: получение подложки, её первичная обработка, нанесение резистивной и проводящей пленок, фотолитография и травление, монтаж компонентов, монтаж в корпус. Пленочные элементы гибридных ИМС: резисторы, конденсаторы, проводники и контактные площадки.	2			2			экзамен, защита л/р
3.	Основные технологические операции при производстве полупроводниковых ИМС. (6 ч.)	4			2			экзамен, защита л/р
3.1	Основные технологические операции при производстве полупроводниковых ИМС. Основные технологические операции при производстве полупроводниковых ИМС: получение слитка монокристалла кремния, его резка на пластины, первичная обработка полупроводниковых пластин, окисление, получение областей другого типа	4			2			экзамен, защита л/р

	проводимости: фотолитография и травление, диффузия, эпитаксия. Резка пластины на кристаллы и монтаж в корпус, герметизация.						
4.	Базовые структуры полупроводниковых интегральных элементов. (4 ч.)	4					экзамен
4.1	Базовые структуры полупроводниковых интегральных элементов. Базовые структуры полупроводниковых ИМС: резисторы, диоды, транзисторы, конденсаторы.	4					экзамен
5.	Схемотехника, анализ основных характеристик и расчет типовых узлов и каскадов ИМС. (14 ч.)	8			6		экзамен, защита л/р
5.1	Схемотехника, анализ основных характеристик и расчет типовых узлов и каскадов ИМС. Интегральные источники тока. Основные параметры источников тока. Простое токовое зеркало и его модификации: принцип работы, вывод формулы для выходной проводимости. Токовое зеркало Уилсона: схема, принцип работы, вывод формулы для выходной проводимости.	4			2		экзамен, защита л/р,
5.2	Интегральные источники опорного напряжения: Основные параметры источников опорного напряжения. Влияние отрицательной обратной связи (ООС) на выходное сопротивление. Примеры схем источников опорного напряжения. Термокомпенсация и термостабилизация. Примеры схем термокомпенсированных и термостабилизированных источников опорного напряжения. Источник опорного напряжения, определяемого шириной запрещенной зоны кремния.	4			4		экзамен, защита л/р
6.	Интегральные стабилизаторы напряжения. (4 ч.)	2			2		экзамен, защита л/р
6.1	Интегральные стабилизаторы напряжения. Интегральные микросхемы стабилизаторов напряжения: назначение, классификация, схемотехника интегральных стабилизаторов на примере ИМС К142ЕН1,2, основные параметры, примеры применения. Защита в интегральных стабилизаторах напряжения.	2			2		экзамен, защита л/р
7.	Операционные усилители и компараторы. (12 ч.)	8			4		экзамен, защита л/р
7.1	Операционные усилители и компараторы. Интегральные микросхемы операционных усилителей (ОУ): назначение, классификация, структурные схемы операционных усилителей, схемотехника универсальных операционных усилителей, схемотехника прецизионных операционных усилителей, примеры применения. Основные параметры операционных усилителей. Виды и происхождение шумов. Шумовые параметры операционных усилителей.	4			2		экзамен, защита л/р
7.2	Интегральные микросхемы компараторов напряжения: назначение, классификация,	4			2		экзамен,

	схемотехника, основные параметры, примеры применения.						защита л/р
8.	Аналоговые ключи и устройства выборки и хранения. (10 ч.)	4			6		экзамен, защита л/р
8.1	Аналоговые ключи и устройства выборки и хранения. Интегральные микросхемы аналоговых ключей: назначение, схемотехника, основные параметры, примеры применения.	2					экзамен
8.2	Интегральные микросхемы устройств выборки и хранения: назначение, схемотехника на примере ИМС К1100СК2, основные параметры, примеры применения.	2			6		экзамен, защита л/р
9.	Аналоговые перемножители сигналов. (8 ч.)	4			4		экзамен, защита л/р
9.1	Аналоговые перемножители сигналов. Интегральные микросхемы аналоговых перемножителей сигналов (АПС): назначение, обзор существующих методов аналогового умножения. Схемотехника перемножителей на основе управляемого напряжением дифференциального делителя токов (на примере балансного модулятора 140МА1). Схемотехника перемножителей на основе управляемого током дифференциального делителя токов (на примере ИМС 525ПС1 и 525ПС2). Основные параметры, примеры применения.	4			4		экзамен, защита л/р
10	Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи. (15 ч.)	7			8		экзамен, защита л/р
10.1	Цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Интегральные микросхемы цифроаналоговых преобразователей (ЦАП): назначение, классификация, принципы построения ЦАП, схемотехника ЦАП с матрицей взвешенных резисторов. Схемотехника ЦАП с использованием матрицы R-2R, схемотехника ЦАП с инверсным включением резистивной матрицы на основе К572ПА1. Основные параметры, примеры применения. Внутренняя структура и принципиальная схема ИМС преобразователя «напряжение-частота» К1108ПП1. Цифро-аналоговые преобразователи на переключаемых конденсаторах.	4			4		экзамен, защита л/р
10.2	Интегральные микросхемы аналого-цифровых преобразователей (АЦП): назначение, принципы аналого-цифрового преобразования, классификация, основные параметры. Интегральные микросхемы аналого-цифровых преобразователей, построенных по методу последовательных приближений, на примере ИМС К1108ПВ1. Интегральные микросхемы аналого-цифровых преобразователей, построенных по методу двойного интегрирования, на примере ИМС К572ПВ2. Сигма-дельта АЦП.	3			4		экзамен, защита л/р

	Интегральные микросхемы параллельных аналого-цифровых преобразователей на примере ИМС К1107ПВ1. Аналого-цифровые преобразователи на переключаемых конденсаторах.						
11	ИМС специализированного применения. (6 ч.)	6					экзамен
11.1	ИМС специализированного применения. Области применения современных ИМС. ИМС для автомобильной электроники. Интерфейсные ИМС. ИМС для систем связи и телефонии. ИМС таймеров и часов реального времени. ИМС управления осветительным оборудованием: виды источников света и их основные характеристики, ИМС управления лампами накаливания, ИМС управления газоразрядными источниками света, ИМС управления светодиодами. Обзор ИМС для бытовой электроники, телевидения и аудио.	6					экзамен

4. Информационно-методическая часть

4.1. Основная литература

1. Алексеенко, А. Г. Основы микросхемотехники / А. Г. Алексеенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Юнимедиастайл, 2002.
2. Ефимов, И. Е. Микроэлектроника : учеб. пособие для вузов / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь, Ю. И. Горбунов. – М. : Высш. шк., 1986.
3. Ефимов, И. Е. Микросхемотехника : учеб. пособие для вузов / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь, Ю. И. Горбунов. – М. : Высш. шк., 1987.
4. Соклоф, С. Аналоговые интегральные схемы / С. Соклоф. – М. : Мир, 1988.
5. Стенин, В. Я. Применение микросхем с зарядовой связью / В. Я. Стенин. – М. : Радио и связь, 1989.
6. Быстров, Ю. А. Электронные цепи и микросхемотехника : учебник для вузов / Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. – М. : Высш. шк., 2002.
7. Галкин, В. И. Промышленная электроника и микроэлектроника : учеб. пособие / В. И. Галкин, Е. В. Пелевин. – М. : Высш. шк., 2007.
8. Свирид, В. Л. Микросхемотехника аналоговых электронных устройств: учеб. пособие для радиотех. спец. вузов / В. Л. Свирид. – Минск : Дизайн ПРО, 1998.
9. Коломбет, Е. А. Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов / Е. А. Коломбет. – М. : Радио и связь, 1991.
10. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых устройств. – М.: «Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. – 528с.
11. Хоровиц Х., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ. – Изд. 2-е. – М.: Издательство БИНОМ. – 2014. – 704с., ил.
12. Белоус А.И., Емельянов В.А., Турцевич А.С. Основы схемотехники микроэлектронных устройств – Москва: Техносфера, 2012. – 472 с.
13. Бубнов А. В. Аналоговая и цифровая схемотехника: учеб. пособие / А. В. Бубнов, К. Н. Гвозденко, М. В. Гокова. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 80 с.
14. Глинкин Е.И. Схемотехника аналоговых интегральных схем: учебное пособие / Е.И. Глинкин. – 2-е изд. доп. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 152 с.

4.2. Дополнительная литература

1. Полонников, Д. Е. Операционные усилители. Принципы построения, теория, схемотехника / Д. Е. Полонников. – М. : Энергоатомиздат, 1983.
2. Тимонтеев, В. Н. Аналоговые перемножители сигналов в радиоэлектронной аппаратуре / В. Н. Тимонтеев, Л. М. Величко, В. А. Ткаченко. – М. : Радио и связь, 1982.
3. Федорков, Б. Г. Микросхемы ЦАП и АЦП : функционирование, параметры, применение / Б. Г. Федорков, В. А. Телец. – М. : Энергоатомиздат, 1990.
4. Матавкин, В. В. Быстродействующие операционные усилители / В. В. Матавкин. – М. : Радио и связь, 1989.
5. Балякин, И. А. Приборы с переносом заряда в радиотехнических устройствах обработки информации / И. А. Балякин, Ю. М. Егоров В. А. Родзиви-

лов. – М. : Радио и связь, 1987.

6. Готра, З. Ю. Технология микроэлектронных устройств : справочник / З. Ю. Готра. – М. : Радио и связь, 1991.

4.3. Учебно-методические комплексы

Захаренко, Л.А. Микроэлектроника и микросхемотехника: электронный учебно-методический комплекс дисциплины/ Л.А. Захаренко, А.С. Храмов. – Гомель: ГГТУ имени П.О.Сухого, 2012.

4.4. Перечень компьютерных программ и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения

1. Практическое руководство к лабораторным занятиям по курсу «Микроэлектроника и микросхемотехника» для студентов специальности Т.07.02.01. Часть 1 / Л. А. Захаренко. - Гомель.ГГТУ им. П.О.Сухого.1999.-50с.- №2434.

2. Практическое руководство к лабораторным занятиям по курсу «Микроэлектроника и микросхемотехника» для студентов специальности Т.07.02.01. Часть 2 / Л. А. Захаренко. - Гомель.ГГТУ им. П.О.Сухого.2003.-35с.- №2778.

3. Источники опорного напряжения: лабораторный практикум по курсу «Микроэлектроника и микросхемотехника» для студентов специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» дневной и заочной формы обучения. Часть 3 / Л. А. Захаренко.- Гомель.ГГТУ им. П.О.Сухого.2006.-23с.- №3337.

4. Операционные усилители и компараторы: лабораторный практикум по курсу «Микроэлектроника и микросхемотехника» для студентов специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» дневной и заочной формы обучения. Часть 4 / Л. А. Захаренко.- Гомель.ГГТУ им. П.О.Сухого.2007.-30с.- №3449.

5. Аналоговые перемножители сигналов: лабораторный практикум по курсу «Микроэлектроника и микросхемотехника» для студентов специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» / Л. А. Захаренко.- Гомель.ГГТУ им. П.О.Сухого.2008.-23с.- №3670.

6. Микроэлектроника и микросхемотехника. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника».- Гомель.ГГТУ им. П.О.Сухого.2008.-27с.- №3644.

7. Микроэлектроника и микросхемотехника : учеб.-метод. пособие / Л. А. Захаренко, В. О. Старостенко. – Гомель. ГГТУ им. П. О. Сухого. 2014. – 92 с.

Список литературы сверен [подпись] Храмова

5. Протокол согласования учебной программы по изучаемой учебной дисциплине с другими дисциплинами специальности

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Физические основы электронной техники	Промышленная электроника	нет <i>ЮВ</i>	28.08.2017, прот. №1
2. Материалы и компоненты электронной техники	Промышленная электроника	нет <i>ЮВ</i>	28.08.2017, прот. №1
3. Электронные приборы	Промышленная электроника	нет <i>ЮВ</i>	28.08.2017, прот. №1
4. Схемотехника аналоговых устройств	Промышленная электроника	нет <i>ЮВ</i>	28.08.2017, прот. №1

Зав. кафедрой _____

ЮВ

Ю.В. Крышнев

(ФИО, подпись)

Библиотека