

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ А.А. Бойко

04.07.2019

Регистрационный № УД-маг.-79/уч.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Учебная программа учреждения высшего образования (II степень)
по учебной дисциплине для специальности
1-39 80 03 «Электронные системы и технологии»

2019 г.

Учебная программа составлена на основе учебных планов I 39-2-03/уч от 03.04.2019; I 39-2-11/уч от 03.04.2019 специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии».

СОСТАВИТЕЛИ:

Ю.В. Крышнев, заведующий кафедрой «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», к.т.н., доцент.

Ю.А. Козусев, ст. преподаватель кафедры «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Н.Н. Ковалев, заместитель директора по специальной технике ОАО «Гомельский радиозавод»;

К.С. Курочка, зав. кафедрой «Информационные технологии» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого», к.т.н., доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого» (протокол № 9 от 17.05.2019);

Научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 10 от 03.06.2019);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 6 от 26.06.2019).

Введение

Изучение учебной дисциплины «Инновационные технологии проектирования и производства электронных систем» осуществляется в соответствии с требованиями к формированию компетенций магистра. Содержание дисциплины ориентировано на формирование умений и навыков научно-педагогической и научно-исследовательской работы.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – приобретение навыков применения инновационных технологий в области конструирования электронных приборов, проведения научных исследований в области испытаний электронных средств.

Основные задачи дисциплины:

- изучение новых физических принципов и технологий, используемых при производстве компонентов электронных средств;
- изучение электрических и математических моделей приборов твердотельной электроники;
- изучение методов контроля параметров микроэлектронных компонентов – операционных усилителей (ОУ), цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП), аналого-цифровых преобразователей (АЦП).

В результате освоения содержания учебной дисциплины «Инновационные технологии проектирования и производства электронных средств» студент должен:

знать:

- современное состояние и перспективы развития эмиссионной электроники, новые электровакуумные и газоразрядные приборы;
- физические процессы в наноразмерных гетеропереходах и принципы действия твердотельных приборов на их основе;

уметь:

- анализировать физические процессы в приборах электронной техники, твердотельных структурах и современных интегральных компонентах;
- использовать контрольно-измерительные приборы для исследования характеристик электронных средств;
- использовать достижения науки и передовых технологий в области автоматизации конструирования и производства электронных средств;

приобрести навыки:

- проектирования аналоговых электронных систем постоянного и переменного тока с заданными переходными и амплитудно-частотными характеристиками;
- моделирования и оптимизации конструкций приборов электронной техники, твердотельных структур и современных интегральных компонентов

Освоение учебной дисциплины «Инновационные технологии проектирования и производства электронных систем» должно обеспечить формирование у магистрантов следующих компетенций:

УК-1 Быть способным применять методы научного познания (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование, моделирование, проверка достоверности данных, принятие решений и др.) в самостоятельной исследовательской деятельности, генерировать и реализовывать инновационные идеи;

УК-2 Уметь выявлять и обобщать перспективные направления науки и техники, формировать технические заключения при проектировании и производстве электронных систем;

УК-6 Обладать навыками использования современных информационных технологий для решения научно-исследовательских и инновационных задач;

УПК-1 Уметь использовать системный подход к принятию решений в области управления различными проектами и рисками, а также разрабатывать методы и пути оптимизации этих решений;

УПК-2 Разрабатывать и применять наукоемкие технологии проектирования и производства электронных систем;

УПК-3 Разрабатывать и применять методы моделирования для решения задач оптимизации технологических процессов;

УПК-4 Разрабатывать и применять методы, алгоритмы и средства для решения задач проектирования технических систем;

УПК-5 Разрабатывать и применять на практике инновационные технологии производства электронных систем;

СК-3 Уметь решать научно-технические задачи с применением комплекса аналитических инструментов;

СК-4 Использовать современные языки программирования для разработки алгоритмов решения профессиональных задач;

СК-5 Использовать интеллектуальные методы и средства получения, хранения и обработки больших объемов данных с использованием современных инфокоммуникационных технологий;

СК-6 Проектировать системы автоматизации и управления технологическими процессами на основе высокотехнологичной компонентной базы;

СК-7 Проектировать и оптимизировать схемы измерительных преобразователей по критериям точности, быстродействия и чувствительности;

СК-9 Применять математическое описание аналоговых и дискретных сигналов в задачах цифровой обработки сигналов;

СК-11 Разрабатывать и внедрять автоматизированные производственные системы и комплексы инновационного производства;

СК-14 Разрабатывать и внедрять адаптивные информационно-измерительные системы технологического оборудования.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами

Учебная дисциплина «Инновационные технологии проектирования и производства электронных систем» входит в состав компонента учреждения

высшего образования учебных планов I 39-2-03/уч от 03.04.2019 и I 39-2-11/уч от 03.04.2019 специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии».

Изучение дисциплины «Инновационные технологии проектирования и производства электронных систем» наиболее тесно связано с материалом дисциплин «Автоматизированные производственные системы и комплексы», «Моделирование и оптимальное проектирование технических систем», «Проектирование систем автоматизации и управления» учебного плана специальности II ступени высшего образования 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии».

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины «Инновационные технологии проектирования и производства электронных систем», будут полезны при изучении дисциплин модуля «Инновационная деятельность» учебного плана специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии» II ступени высшего образования, а также при подготовке магистерской диссертации.

Программа дисциплины «Инновационные технологии проектирования и производства электронных систем» рассчитана на общий объем 90 часов. Аудиторных часов по дневной форме получения образования – 36, по заочной – 10.

Трудоемкость учебной дисциплины в зачетных единицах – 3. Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме экзамена.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Форма обучения	Дневная	Заочная
Курс	1	1
Семестр	1	1
Лекции	16	6
Лабораторные занятия	12	4
Практические занятия	8	2
Всего аудиторных занятий	36	10

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине:

Форма обучения	Дневная	Заочная
Экзамен	1 сем.	1 сем.
Зачет	-	-
Тестирование	-	-
Курсовая работа	-	-
Курсовой проект	-	-

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Системы автоматизированного проектирования электронных средств.

Основные определения, назначение САПР. Классификация, структура САПР. Технические средства САПР.

Тема 2. Эмиссионная электроника.

Современное состояние и перспективы развития эмиссионной электроники, новые электровакуумные и газоразрядные приборы и технологии.

Тема 3. Инновации в твердотельной электронике. Нанoeлектроника.

Наноразмерные структуры. Гетеропереходы. Инновационные материалы гетероструктур.

Квантовые ямы, проволоки и квантовые точки.

Светодиоды и оптические лазеры на гетероструктурах.

Тема 4. Транзисторы на гетероструктурах.

Биполярные и полевые MOSFET – транзисторы.

Планарные 2D – транзисторы. Перспективы 3D – технологий.

Тема 5. Органические полупроводники.

ЖК-дисплеи. Органические батареи для питания электронных средств. Солнечные элементы.

Диоды и транзисторы на основе органических полупроводников.

Тема 6. Контроль параметров электронных средств.

Тестовые сигналы и приборы для контроля параметров электронных средств. Цифровые генераторы.

Тема 7. Приборы для анализа переходных, амплитудных и амплитудно-частотных характеристик.

Цифровые осциллографы. Характеристики и применение цифровых осциллографов. Анализаторы спектра. Измерители нелинейных искажений.

Тема 8. Измерение динамических параметров электронных средств.

Динамические параметры линейных электронных цепей, ЦАП и АЦП. Методы и средства контроля динамических параметров.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контро- ля знаний
		Лекции	Практиче- ские занятия	Семинарские занятия	Лаборатор- ные занятия	Иное		
1	Системы автоматизированно- го проектирования электрон- ных средств.	2						Опрос
2	Эмиссионная электроника.	2						Опрос
3	Инновации в твердотельной электронике. Нанoeлектрони- ка.	2						Опрос,
4	Транзисторы на гетерострук- турах.	2	4					Опрос,
5	Органические полупроводни- ки.	2						Опрос
6	Контроль параметров элек- тронных средств.	2	2		2			Опрос, защита л/р
7	Приборы для анализа пере- ходных, амплитудных и ам- плитудно-частотных характе- ристик.	2			8			Опрос, защита л/р
8	Измерение динамических па- раметров электронных средств.	2	2		2			Опрос, защита л/р
	Текущая аттестация							Экзамен
	Итого	16	8		12			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контро- ля знаний
		Лекции	Практиче- ские занятия	Семинарские занятия	Лаборатор- ные занятия	Иное		
1	Системы автоматизированно- го проектирования электрон- ных средств.	0,5						Опрос
2	Эмиссионная электроника.	0,5						Опрос
3	Инновации в твердотельной электронике. Нанoeлектрони- ка.	0,5						Опрос,
4	Транзисторы на гетерострук- турах.	0,5	2					Опрос,
5	Органические полупроводни- ки.	0,5						Опрос
6	Контроль параметров элек- тронных средств.	0,5			2			Опрос, защита л/р
7	Приборы для анализа пере- ходных, амплитудных и ам- плитудно-частотных характе- ристик.	0,5			2			Опрос, защита л/р
8	Измерение динамических па- раметров электронных средств.	0,5						Опрос
	Текущая аттестация							Экзамен
	Итого	4	2		4			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Нанотехнологии в электронике. Под ред. Ю.А.Чаплыгина: Москва, Техносфера, 2005. - 448 с
2. Основы компьютерного моделирования радиоэлектронных систем и сигналов / Кудряков С.А., Соболев Е.В., Рубцов Е.А., Кульчицкий В.К., Самойлов В.А. (Учебное пособие).- С. Пб. 2018.- 301 с.
3. Физика и моделирование нанотранзисторов/ Ю. А. Кругляк. – Одесса: ТЭС, 2018 – 314 с.
4. Драгунов В. П. Основы наноэлектроники: учеб. пособие для вузов. – Москва: Физматкнига: Логос, 2006. – 494 с.
5. Юдинцев, В. Трехмерная кремниевая технология. Что, где, когда? Часть 1 / В. Юдинцев // Электроника: наука, технология, бизнес. - 2011. — № 4. — С. 71-76
6. Юдинцев В. Развитие мировой микроэлектроники. новое в стратегии. Часть 2 : мировая микроэлектроника // Электроника: наука, технология, бизнес = 2008. - № 4.-С. 108-114
7. Щука А. Развитие транзисторной технологии: от точечного к нанотранзистору: полупроводниковая техника // Электроника: наука, технология, бизнес = 2007. - № 7.-С. 110-120
8. Автоматизация технологического оборудования микроэлектроники / Под ред. А.А. Сазонова.– М.: Высшая школа, 1991.
9. Алферов Ж.И. Полупроводниковая электроника в России: состояние и перспективы развития // Электроника: наука, технология, бизнес = 2004. - №5.-С.88-92
10. Алферов Ж. Перспективы электроники в России. Гетероструктурная электроника и акустоэлектроника // Электроника: наука, технология, бизнес = 2004. - №6.-С.90-93. УДК 621.38
11. Головицына М.В. Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий: учебное пособие / М.В. Головицына — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. — 503 с.
12. Гаврилов, С. А. Электрохимические процессы в технологии микро- и наноэлектроники: учебное пособие для вузов / С. А. Гаврилов, А. Н. Белов. - Москва: Высшее образование, 2009. – 257 с.
13. Барыбин, А. А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы: учеб. пособие для вузов/ А. А. Барыбин. – М.: Физматлит, 2008. – 423 с.
14. Бобровский, Ю. Л. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника: учеб. пособие для вузов / Ю. Л. Бобровский [и др.]; под ред. Н. Д. Федорова.– М.: Радио и связь, 1998. – 560 с.

15. Борисенко, В. Е. Нанoeлектроника: учебное пособие для вузов / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. – Москва: БИНОМ, 2009. – 223 с.
16. Гуртов В. А. Твердотельная электроника: учеб. пособие. – 2-е изд., доп. – Москва: Техносфера, 2007. – 406 с.
17. Дудкин, В. И. Квантовая электроника. Приборы и их применение / В. И. Дудкин, Л. Н. Пахомов. - Москва : Техносфера, 2006. - 432 с. - (Мир электроники) УДК 621.375.8(075.8) ББК 31
18. Ефремов, А. Заделные технологии. Развитие печатной электроники / А. Ефремов, А. Нисан // Электроника: наука, технология, бизнес. - 2013. — № 7. — С. 108—112. УДК 621.38 ББК 32
19. Кардашев, Г. А. Виртуальная электроника. Компьютерное моделирование аналоговых устройств / Г. А. Кардашев. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2009. - 260 с

Дополнительная литература

1. Лебедев, А. И. Физика полупроводниковых приборов: учеб. пособие для вузов/ А. И. Лебедев. – М.: Физматлит, 2008. – 487 с.
2. Мартин, М. Осциллографы реального времени: методы расширения полосы пропускания / М. Мартин // Электроника: наука, технология, бизнес. - 2016. — № 1. — С. 144—151.
3. Пихтин, А. Н. Оптическая и квантовая электроника: учебник для вузов. – М.: Высш.шк., 2001. – 573 с.
4. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники / И.П.Степаненко. – 2-е изд. – Москва: Лаб. Базовых Знаний, 2003 – 488 с.
5. Сушков А. Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы: учеб. пособие / А. Д. Сушков. – СПб.: Лань, 2004. – 464 с.
6. Терехов, В. А. Задачник по электронным приборам: учеб. пособ. для вузов / В. А. Терехов. – СПб.: Лань, 2003. – 288 с.
7. Ткаченко Ф.А. Электронные приборы и устройства: учебник/ Ф.А. Ткаченко–М: Новое знание; М.: ИНФРА–М, 2011. – 628с.
8. Измерения и контроль в микроэлектронике : Учеб. пособие для вузов / Н. Д. Дубовой [и др.] ; под ред. А. А. Сазонова. - Москва : Высшая школа, 1984. - 367 с УДК 621.382.049.77(075.8) ББК 31
9. Лачин В.И. Электроника: учебное пособие/ В.И. Лачин, И.С.Савёлов.–Изд. 8–е, Ростов-на-Дону. Феникс, 2010. – 703 с.

Примерный перечень тем практических занятий

1. Построение математической и электрической модели полупроводниковых выпрямительных диодов и стабилитронов.
2. Построение математической и электрической модели биполярных транзисторов на основе статических ВАХ.
3. Построение математической и электрической модели MOSFET и JGBT транзисторов
4. Построение диаграмм Боде линейных пассивных четырехполюсников.

Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Цифровой генератор испытательных сигналов.
2. Изучение цифрового осциллографа.
3. Исследование с помощью цифрового осциллографа переходных и амплитудно-частотных характеристик усилителей постоянного тока.
4. Исследование с помощью цифрового осциллографа переходных и амплитудно-частотных характеристик усилителей звуковой частоты.
5. Исследование амплитудных характеристик усилителей класса В.
6. Исследование амплитудных характеристик усилителей класса АВ.

Технологии обучения

Для организации процесса изучения учебной дисциплины «Инновационные технологии проектирования и производства электронных систем» привлечены традиционные и инновационные образовательные технологии, ориентированные на формирование навыков самостоятельного и группового решения поставленных задач.

Лабораторные занятия проводятся с использованием персональных компьютеров, стендового оборудования, цифровых генераторов и осциллографов.

Дополнительные методические материалы по выполнению групповых и индивидуальных заданий, в том числе в рамках самостоятельной работы, а также тестовые задания для самостоятельного контроля знаний будут размещаться на учебном портале университета.

Организация самостоятельной работы магистрантов

Самостоятельная работа студентов организована в соответствии с Положением о самостоятельной работе обучающихся в учреждении образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» № 33, утвержденного ректором университета 14.10.2014.

Основными целями ее осуществления являются: активизация учебно-познавательной деятельности и формирование умений и навыков самостоятельного приобретения и практического применения знаний в области эконо-

мических и правовых аспектов предпринимательской деятельности в сфере автоматизации промышленных объектов и промышленной электроники.

С учетом специфики и содержания учебной дисциплины «Инновационные технологии проектирования и производства электронных систем» предполагается использование следующих форм самостоятельной работы студентов:

– контролируемая самостоятельная работа (проведение исследований необходимых для выполнения лабораторных работ в аудитории под контролем преподавателя);

– управляемая самостоятельная работа (выполнение теоретических расчетов и моделирования устройств при опосредованном контроле и управлении со стороны преподавателя);

– собственно самостоятельная работа (подготовка к рубежному контролю знаний и текущей аттестации (экзамену), организованная студентом самостоятельно).

Для организации эффективной самостоятельной работы студентом используется учебно-методическое обеспечение дисциплины, включающее современные информационные ресурсы и технологии.

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Процедура диагностики результатов учебной деятельности студентов разработана и организована в соответствии с учебными планами I 39-2-03/уч от 03.04.2019; I 39-2-11/уч от 03.04.2019 специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии». Ее компоненты представлены:

– требованиями к осуществлению диагностики (определение объекта диагностики, измерение степени соответствия учебных достижений студента требованиям учебных планов I 39-2-03/уч от 03.04.2019; I 39-2-11/уч от 03.04.2019 специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии». оценивание результатов измерения на основе принятой шкалы оценок);

– шкалой оценок (оценка промежуточных и итоговых (экзаменационных) достижений студента производится по десятибалльной шкале в зависимости от количества и качества выполненных заданий, предусмотренных планом);

– критериями оценок, разработанными учреждением образования;

– инструментарием диагностики (выполнение и защита лабораторных работ, макетирование устройств (СК-3..– СК-7));

Для диагностики соответствия учебных достижений студента предъявляемым требованиям используются типовые индивидуальные, лабораторные и практические работы, тесты для контроля знаний (УК-1, УК-2, УПК-1.. УПК-5).

Диагностика компетенций студента проводится в устной (ответы на занятиях, оценивание решения учебно-деловых ситуаций), письменной (контрольный опросы, письменное представление выполненных практических заданий, доклады и рефераты) и устно-письменной (экзамен) формах. (УК-6, СК-3).

Итоговая диагностика компетенций студента проводится с использованием контрольных вопросов и заданий, а также экзамена (УК-1, УК-2, УК-6, УПК-1.. УПК-5, СК-3.. СК-9, СК-11, СК-13, СК-14).

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО
«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И
ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ»**

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	2	3	4
1. Автоматизированные производственные системы и комплексы	Промышленная электроника		
2. Моделирование и оптимальное проектирование технических систем	Промышленная электроника		
3. Автоматизация гидрометеорологических и экологических измерений и интегрированное управление трансграничными водными ресурсами	Промышленная электроника		
4. Проектирование систем автоматизации и управления	Промышленная электроника		

Зав. кафедрой _____ Ю.В. Крышнев
(ФИО, подпись)