

УТВЕРЖДЕНО

Постановление
Министерства образования
Республики Беларусь
10.04.2026 № 81

Учебная программа факультативных занятий
«Микроэлектроника»
для X–XI классов учреждений образования,
реализующих образовательные программы общего среднего образования,
с белорусским и русским языками обучения и воспитания

ГЛАВА 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Настоящая учебная программа факультативных занятий «Микроэлектроника» (далее – учебная программа) предназначена для X–XI классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования.

2. Учебная программа рассчитана на 68 часов (по 34 часа в каждом классе, 1 час в неделю) и ориентирована на ознакомление учащихся с общими обязанностями работников организаций микроэлектронной промышленности по обеспечению потребности экономики и населения в производстве и тестировании микроэлектронных систем и связанной с ними деятельностью по проектированию и моделированию микроэлектронных устройств и схем с целью создания условий для осознанного выбора профессии учащимися.

В учебной программе на проведение практических занятий предусмотрено 16 часов (по 8 часов в каждом классе).

Количество учебных часов, определенное в учебной программе на изучение содержания соответствующей темы в X и XI классах, является примерным. Педагогический работник имеет право перераспределить количество часов на изучение тем в пределах общего количества учебных часов, определенного в соответствующем классе, при условии достижения результатов освоения содержания учебного материала в соответствии требованиями, установленными в пункте 6 учебной программы.

3. Цель факультативных занятий – формирование у учащихся представлений о принципах работы, проектировании и применении микроэлектронных устройств и систем, развитие интереса к инженерно-техническим профессиям, а также подготовка к осознанному выбору будущей профессиональной деятельности в области микроэлектроники.

4. Задачи факультативных занятий:

формирование у учащихся интереса к профессиям организаций микроэлектронной промышленности;

ознакомление учащихся с общими обязанностями работников организаций микроэлектронной промышленности, направленными на обеспечение потребностей экономики и населения в производстве микроэлектронных систем, а также с деятельностью по проектированию, моделированию и тестированию микроэлектронных устройств и схем;

приобретение учащимися знаний о назначении, сущности, перспективах развития профессий (должностей) работников организаций микроэлектронной промышленности.

5. Рекомендуемые методы обучения и воспитания, виды занятий с учетом возрастных особенностей учащихся X–XI классов, особенностей

содержательного и процессуального компонентов учебной программы:

словесные, наглядные и практические методы обучения и воспитания с использованием мультимедийных презентаций, видеофрагментов, иных средств;

семинары, конференции, учебное проектирование устройств микроэлектроники с применением систем автоматизированного проектирования, экскурсии, выездные занятия, с целью закрепления полученных знаний на практике и знакомства с организациями железнодорожного транспорта общего пользования, иные виды занятий.

6. Основные требования к результатам освоения содержания учебного материала выражаются в том, что у учащегося будут сформированы:

6.1. представления о:

важности микроэлектронной промышленности для государственного суверенитета, удовлетворения потребности экономики и населения в элементах отечественной электронной компонентной базы и связанных с ними работах и услугах;

значимости профессий (должностей) работников микроэлектронной промышленности для экономики страны;

перспективах развития микроэлектроники;

сущности профессиональной деятельности и основных профессиях (должностях) работников организаций микроэлектронной промышленности;

6.2. знания о (об):

основных понятиях микроэлектроники, видах и классификации микросхем;

электрических свойствах проводников, полупроводников и диэлектриков, физических основах электроники и технологических процессов микроэлектронной промышленности;

назначении отдельных технологических процессов, электронных компонентов, современных программируемых аппаратных средств, а также основного контрольно-измерительного оборудования;

роли отечественной электронной компонентной базы в обеспечении государственного суверенитета и экономических потребностях населения;

правилах техники безопасности при работе с электронными компонентами и оборудованием;

6.3. умения:

характеризовать профессиональную деятельность работников организаций микроэлектронной промышленности;

определять назначение и принципы работы основных электронных компонентов и других устройств микроэлектроники.

ГЛАВА 2
СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА
X КЛАСС
(34 часа)

Тема 1. Введение (1 час)

Место и роль квалифицированного специалиста в системе работы организаций микроэлектронной промышленности. Квалификационные характеристики специалистов, занятых на предприятиях микроэлектроники.

Тема 2. Основные понятия и определения в области микроэлектроники (8 часов)

Определение термина «микроэлектроника» как комплекса конструкторских, технологических и схмотехнических вопросов. Основные принципы и понятия микроэлектроники. Классификация интегральных микросхем (далее – ИМС) по функциональным и конструктивно-технологическим признакам. Понятия элемента и компонента ИМС. Основные схмотехнические структуры цифровой и аналоговой микроэлектроники. Степень интеграции микросхем.

Практическое занятие:

1. Работа с дидактическими материалами, анализ применения ИМС в повседневной жизни и специализированных задачах. Рассмотрение классификации по различным признакам простейших ИМС.

Тема 3. Актуальность микроэлектронной промышленности для государственного суверенитета (6 часов)

Микроэлектронные предприятия, научно-практические и научно-исследовательские центры в Республике Беларусь. Структура микроэлектронной промышленности. Роль микроэлектроники в развитии современных технологий, включая информационные технологии, телекоммуникации, оборонную промышленность, медицину и транспорт. Микроэлектроника как критическая точка контроля для технологического суверенитета в современном мире. Необходимость создания собственных критически важных технологий в микроэлектронике для обеспечения национальной безопасности и экономической независимости.

Практическое занятие:

2. Изучение продукции отечественных микроэлектронных предприятий, перспектив развития микроэлектроники на территории Республики Беларусь.

Тема 4. Физические основы микроэлектроники (4 часа)

Физика полупроводников. Зонная структура твердого тела.

Проводники, полупроводники, диэлектрики. Основные носители заряда, электроны и дырки. Принципы работы p-n-перехода. Вольт-амперная характеристика p-n-перехода. Структуры типа n-p-n и p-n-p.

Практическое занятие:

3. Решение задач по физике полупроводников. Расчет вольт-амперных характеристик при заданных параметрах p-n-перехода.

Тема 5. Элементы интегральных микросхем (4 часа)

Основные элементы микроэлектроники: транзисторы (полевые, биполярные), диоды, резисторы, конденсаторы, их функции и принципы работы в составе ИМС. Понятие подложки, кристалла и корпуса микросхемы. Виды и допустимые геометрические параметры подложек, кристаллов и корпусов.

Практическое занятие:

4. Изучение обозначений основных элементов ИМС на схемах, типов корпусов микросхем. Схематическое изображение топологии элементов ИМС и размещения их фрагментов на кристалле.

Тема 6. Технологии изготовления интегральных микросхем (4 часа)

Общие принципы производства. Технологический маршрут от кремниевой пластины до готовой микросхемы. Основные технологические процессы: фотолитография, травление, легирование, осаждение, металлизация. Понятие проектных норм технологических процессов. Чистые помещения и требования к производству. Корпусирование микросхем.

Практическое занятие:

5. Просмотр видео производства микросхем. Технологические карты реальных процессов. Сравнение техпроцессов с проектными нормами более 180 нм и менее 90 нм.

Тема 7. Измерения и надежность микросхем (5 часов)

Зачем и как тестируют микросхемы. Функциональные, параметрические и стресс-тесты. Контрольно-измерительное оборудование, автоматические тестеры, осциллографы, анализаторы. Понятие выхода годных. Время работы на отказ, влияние температуры, влажности, радиации на ИМС. Основы диагностики неисправностей.

Практические занятия:

6. Работа с мультиметром и простым осциллографом (или компьютерным симулятором).

7–8. Посещение производственных помещений организаций микроэлектронной промышленности.

Тема 8. Профессиональная пригодность (2 часа)

Раскрытие сущности понятий «память», «внимание», «мышление», влияние протекания процессов на профессиональное становление личности. Общее представление о профессиональных планах, профессиональной пригодности и профессионально важных качествах личности, их значение в профессиональной деятельности. Выбор предполагаемой будущей профессии и выявление психологических характеристик требований к данному виду деятельности.

Практическое занятие:

9. Изучение оперативной, ассоциативной, слуховой и логической памяти, тестирование «Внимательны ли вы?», тестирование «Профессиональная пригодность и здоровье».

Тема 9. Итоговое занятие (1 час)

Контрольное тестирование знаний по изученному учебному материалу.

XI КЛАСС (34 часа)

Тема 1. Моделирование полупроводниковых приборов и схем (7 часов)

Основы моделирования ИМС. Зачем и как моделируют транзисторы и схемы до изготовления. Введение в SPICE-модели (на примере LTspice). Моделирование вольт-амперных характеристик диода и транзистора. Влияние параметров схемы (температура, напряжение) на работу прибора.

Практическое занятие:

1. Моделирование семейств выходных и передаточных характеристик полевого транзистора.

Тема 2. Проектирование и моделирование цифровых схем (7 часов)

Основные логические функции: И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Таблицы истинности. Реализация на транзисторах. Комбинационные и последовательные схемы. Минимизация логических схем. Карты Карно.

Практическое занятие:

2. Проектирование и верификация 4-битного сумматора на основных логических элементах.

Тема 3. Основы программирования микроконтроллеров (4 часа)

Знакомство с микроконтроллерами (Arduino, STM32, ESP32). Среда программирования (Arduino IDE, PlatformIO). Основы C/C++: переменные, циклы, условия. Управление светодиодами, кнопками, датчиками.

Простейшие интерфейсы: UART, I2C, GPIO.

Практическое занятие:

3. Написание программы для чтения показаний с датчика по интерфейсу.

Тема 4. Введение в программируемые логические интегральные схемы: проектирование и программирование (8 часов)

Введение в программируемые логические интегральные схемы (далее – ПЛИС). Отличие от микроконтроллеров. Языки описания аппаратуры – Verilog и VHDL. Среды разработки.

Практическое занятие:

4. Проектирование и отладка простого устройства на ПЛИС в среде разработки Xilinx (ISE, Vivado).

Тема 5. Основы проектирования топологии микросхем (2 часа)

Зачем нужна топология ИМС. Как топология микросхемы влияет на ее работу. Понятие правил проектирования. Базовые редакторы топологии KLayout и LayoutEditor (на уровне просмотра и редактирования готовых примеров).

Практическое занятие:

5. Разработка эскиза топологии инвертора.

Тема 6. История развития микроэлектроники в Республике Беларусь. Выдающиеся ученые и достижения. Будущее отрасли (4 часа)

История создания и развития белорусской микроэлектроники. Первые интегральные микросхемы. Годы развития микроэлектронного производства. Престиж профессий организаций микроэлектронной промышленности, профессиональные праздники. Знаменитые работники организаций микроэлектронной промышленности, их вклад в создание и развитие белорусской микроэлектроники. Выдающиеся личности белорусской микроэлектроники.

Практические занятия:

6–7. Ознакомление с биографией и достижениями знаменитых работников организаций микроэлектронной промышленности, подготовка и обсуждение презентаций (проектов) на тему: «Выдающиеся ученые и достижения белорусской физики и микроэлектроники».

Тема 7. Профориентационная беседа-диалог «Как выбрать профессию, или несколько советов выпускникам» (1 час)

Практическое занятие:

8. Обсуждение порядка выбора профессии, упражнение «Профессия – учреждение образования».

Тема 8. Итоговое занятие (2 часа)

Подготовка и представление результатов освоения учебного материала факультативных занятий (портфолио, рефераты, доклады, отчеты, презентации и другое). Подведение итогов проектов с демонстрацией лучших работ.