МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Д.А. Таюрский
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Интегральная микроэлектроника

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии
Профиль подготовки: Биотехнические системы и технологии
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, к.н. Александров А.С. (Кафедра физики молекулярных систем, Отделение физики), Aleksandrov.Artem.Sergeyevich@gmail.com

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-5	Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями
ПК-2	Способность к математическому моделированию элементов и процессов биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Основные принципы построения современных микроэлектронных устройств.

Должен уметь:

Проектировать цифровые устройства, пользуясь современными методами описания подобных устройств.

Должен владеть:

Навыками работы в системах графического программирования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Самостоятельно проектировать и реализовывать радиотехнические устройства на основе микроэлектронных компонентов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.33 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии (Биотехнические системы и технологии)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Интегральные технологии создания микроэлектронных					

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

приборов. Классы интегральных микросхем.

	6	2	2	0	6

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Транзисторно-транзисторные интегральные схемы.	6	2	2	0	6
3.	Тема 3. Эмиттерно-связанные транзисторно-транзисторные схемы.	6	2	2	0	6
4.	Тема 4. МОП и КМОП интегральные микросхемы.	6	2	2	0	6
5.	Тема 5. Входные и выходные каскады интегральных микросхем. Разновидности аналоговых микросхем.	6	2	2	0	6
6.	Тема 6. Операционные усилители их особенности и применение. Дифференциальный каскад.	6	2	2	0	6
7.	Тема 7. Компараторы. Аналоговые ключи. Стабилизаторы напряжения.	6	2	2	0	6
8.	Тема 8. Интегральные селекторы и мультиплексоры. Интегральные цифроаналоговые преобразователи.	6	2	2	0	6
9.	Тема 9. Интегральные аналого-цифровые преобразователи. Интегральные генераторы сигналов.	6	2	2	0	6
	Итого		18	18	0	54

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Интегральные технологии создания микроэлектронных приборов. Классы интегральных микросхем.

Введение в интегральную схемотехнику. Этапы развития интегральной микросхемотехники. Полупроводниковые материалы. Интегральные технологии создания микроэлектронных приборов. Классы интегральных микросхем. Связь производительности, экономичности и помехоустойчивости с технологией и схемой прибора.

Тема 2. Транзисторно-транзисторные интегральные схемы.

Базовый элемент транзисторно-транзисторных интегральных схем. Характеристики. Каскады схемы ТТЛ. Разновидности схем ТТЛ. Производительность, нагрузочная способность и логические уровни. Транзисторно-транзисторные интегральные схемы с открытым коллектором. Транзисторно-транзисторные интегральные схемы с тремя состояниями. Транзисторная логика с транзисторами Шоттки. Своиства диодов и транзисторов Шоттки. Преимущества микросхем с диодами шоттки в сравнении с классическими ТТЛ схемами. Расчёт токов и напряжений. Применение.

Тема 3. Эмиттерно-связанные транзисторно-транзисторные схемы.

Базовый элемент эммитерно-связанных интегральных схем. Анализ входного дифференциального каскада ЭСТЛ. Анализ выходного каскада ЭСТЛ. Характеристики ЭСТЛ элементов, уровни управляющих напряжений и токов. Внутренний источник опорного напряжения схем ЭСТЛ. Основные преимущества микросхем ЭСТЛ. Расчёт токов и напряжений. Применение.

Тема 4. МОП и КМОП интегральные микросхемы.

МОП и КМОП интегральные микросхемы. Особенности кремния, как полупроводникового

материала. Преимущества и недлстатки микросхем на полевых транзисторах. Особенности схемы базовых элемнентов. Микросхемы комплементарной логики, как экономичныые элементы аппаратуры. Скачки тока в цепях питания цифровых устройств , выполненных на микросхемах типа КМОП.

Тема 5. Входные и выходные каскады интегральных микросхем. Разновидности аналоговых микросхем.

Входные и выходные каскады интегральных микросхем. анализ особенностей и режимов.

Усилители, линейные стабилизаторы, усилители постоянного тока. Входные и выходные

каскады интегральных микросхем аналогового типа. Основные типы аналоговых микросхем. Сложность усиления сигналов переменного тока в интегральных микросхемах. Обеспечение рабочей точки транзисторов. Получение больших коэфициентов усиления.

Тема 6. Операционные усилители их особенности и применение. Дифференциальный каскад.

Назначение операционных усилителй. Операционный усилитель, как четырёхполюсник. Основа операционного усилителя - усилитель постоянного тока. Требования к операционным усилителям. Обеспечение симметричного питания. Межкаскадные связи в операционных усилителях. Входные цепи операционных усилителей. Обеспечение симметрии. Парафазные и синфазные сигналы. Коэффициент усиления по синфазному сигналу и коэффициент усиления по парафазному сигналу. Применение внешних обратных связей в операционных усилителях. Варианты обратных связей и получение различных необходимых свойств усилителей. Обеспечение нуля на выходе при нулевом сигнале на входе. необходимость отрицательного коэффициента усиления.

Тема 7. Компараторы. Аналоговые ключи. Стабилизаторы напряжения.

Компараторы. Назначение и функции компараторов. Схемы компараторов. Применение аналоговых ключей в схемах компараторов. Настройка порога срабатывания. Применение в компараторах операционных усилителей. Общие принципы стабилизации напряжения постоянного тока. Стабилизаторы непрерывного и импульсного типов. Интегральные стабилизаторы напряжения. Схемы интегральных стабилизаторов. Параметры и характеристики интегральных стабилизаторов. Системы защиты выходных цепей. Вторичные источники электропитания.

Тема 8. Интегральные селекторы и мультиплексоры. Интегральные цифроаналоговые преобразователи.

Назначение селекторов и мультиплексоров. Основные параметры и характеристики

селекторов и мультиплексоров. Интегральные селекторы и мультиплексоры. Схемы

мультиплексоров малой степени интеграции. Мультиплексоры в реверсивных счётчиках и регистрах. Мультиплексоры высокой степени интеграции в МИС микропроцессоров. Необходимость цифроаналогового преобразования. Принципы цифроаналогового преобразования. Преобразователи на сетках сопротивлений. Сетка сопротивлений типа R-2R. Требования к точности резисторов. Преобразование сетки, работа.щей по принципу суммирования токов в источник напряжения с помощью операционного усилителя. Веса разрядов цифроаналогового преобразователя. Число разрядов и точность преобразования.

Тема 9. Интегральные аналого-цифровые преобразователи. Интегральные генераторы сигналов.

Типы аналого-цифровых преобразователей. Кантование и дискретизация параметров

аналогового сигнала. Аналого-цифровые преобразователи последовательного приближения. Связь точности преобразования и количества разрядов выходного кода. Генерирование аналоговых и импульсных сигналов. Формирование синусоидальных сигналов в цепях с LC контурами и с RC цепочками. Условия самовозбуждения сигналов в цепях с положительной обратной связью. Применение интегральных операционных усилителей в генерирующих устройствах.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

FPGA/CPLD - ПЛИС (Программируемые Логические Интегральные Схемы) - http://www.fpga-cpld.ru/

АППАРАТНО - ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ИЗУЧЕНИЯ ПАИС С ДИСТАНЦИОННЫМ ДОСТУПОМ - http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/26724/1/notv_2013_07.pdf

Программирование FPGA(ПЛИС), VHDL, AHDL - http://njnmnp.narod.ru/vhdl/vhdl.html

Программируемые аналоговые интегральные схемы ИС Anadigm - http://www.kit-e.ru/articles/plis/2007_12_12.php

Универсальные аналоговые программируемые ИС: выбор элементарных функциональных узлов (теоретическое обоснование) - http://www.electronics.ru/journal/article/1055

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Цель лекции: организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины.Важным критерием в работе с лекционным материалом является подготовка студентов к сознательному восприятию преподаваемого материала. При подготовке студента к лекции необходимо, накануне лекции просматривание записей предыдущей лекции для восстановления в памяти ранее изученного материала; ознакомление с заданиями для самостоятельной работы, включенными в программу, подбор литературы. Внимательно слушающий студент напряженно работает - анализирует излагаемый материал, выделяет главное, обобщает с ранее полученной информацией и кратко записывает. Конспект лекции позволяет ему обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем он смог восстановить в памяти основные, содержательные моменты. В конспекте лекции обязательно записываются название темы лекции, основные вопросы плана, рекомендованная литература. Текст лекции должен быть разделен в соответствии с планом. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п., с тем чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к семинарам, практическим занятиям, зачету для дальнейшего изучения тем.
практические занятия	Лекция закладывает основы научных знаний в обобщенной форме, а практические занятия направлены на расширение и детализацию этих знаний, на выработку и закрепление навыков профессиональной деятельности. Главная цель практических занятий - обеспечить студентам возможность овладеть навыками и умениями использования теоретического знания применительно к особенностям изучаемой отрасли. На практических занятиях обучающиеся овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе учебной и производственной практики. В процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения
самостоя-тельная работа	Цель самостоятельной работы - закрепление и углубление полученных знаний и навыков, а также формирование представлений об основных понятиях и разделах курса, и приобретении новых знаний. Рекомендуются следующие виды самостоятельной работы: изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку; работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по курсу, написание реферата по выбранной теме; подготовка к практическим занятиям; подготовка к лабораторным работам; подготовка к зачету (экзамену).
экзамен	Экзамен - форма итогового контроля. Цель экзамена - выявить и оценить знания, практические умения и навыки обучающихся за курс дисциплины. Экзамен проводится путем собеседования в соответствии с разработанными билетами. В каждый билет входит два-три теоретических вопроса из различных разделов программы. Для подготовки к экзамену на кафедре имеется перечень вопросов, охватывающий весь программный материал дисциплины. В процессе подготовки к экзамену обучающимся необходимо пользоваться лекционными записями и рекомендованной учебной литературой. Разрешается использование иного дополнительного материала, имеющегося у обучающегося. Изучая тематический материал, для обучающихся основополагающим является выделение основных положений, их осмысление и практическое применение. Положительным моментом является ассоциативное переложение теоретического знания на конкретную ситуацию. Важным является выявление взаимосвязи знания с будущей практической деятельностью. При оценке теоретических знаний учитывается участие обучающихся в работе на семинарских занятиях. Преподаватель, принимающий экзамен, может задавать дополнительные вопросы, ставить практические задачи.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и профилю подготовки "Биотехнические системы и технологии".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.33 Интегральная микроэлектроника

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии
Профиль подготовки: Биотехнические системы и технологии
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Основная литература:

1. Игнатов, А.Н. Классическая электроника и наноэлектроника : учеб. пособие / А.Н. Игнатов [и др.]. - 3-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2017. - 728 с. - ISBN 978-5-9765-0263-5. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1032535

2. Игнатов, А.Н. Наноэлектроника. Состояние и перспективы развития: учеб. пособие / А.Н. Игнатов. - 2-е изд., стер. -Москва : ФЛИНТА, 2017.- 360 с. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1032533

3. Микросхемотехника : учебник / А.К. Черепанов. - М. : ИНФРА-М, 2019. - 292 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - www.dx.doi.org/10.12737/textbook_599ff21797d959.08246105. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/988205

Дополнительная литература:

1. Электронная техника: учебник / М.В. Гальперин. - 2-е изд., испр. и доп. М. : ИД 'ФОРУМ' : ИНФРА-М, 2019. - 352 с.. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1013821

2. Величко А. А. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Часть II/ВеличкоА.А., ФилимоноваН.И. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 227 с.: ISBN 978-5-7782-2534-3. [Электронный ресурс]. Сайт ЭБС Знаниум. Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=546528. - свободный.

3. Левицкий, А. А. Проектирование микросистем. Программные средства обеспечения САПР [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Левицкий, П. С. Маринушкин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2010. - 156 с. - ISBN 978-5-7638-2111-6. [Электронный ресурс]. Сайт ЭБС Знаниум. Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=442124. - свободный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.33 Интегральная микроэлектроника

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии
Профиль подготовки: Биотехнические системы и технологии
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ