

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

Проф. Д. А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Интегральная микроэлектроника

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Тюрин В.А. (Кафедра радиофизики, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Vladimir.Tiourin@kpfu.ru

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
ПК-15	готовностью составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры
ПК-19	способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники
ПК-21	способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы в предметной сфере биотехнических систем и технологий
ПК-9	готовностью к практическому применению основных правил выполнения ремонта и обслуживания медицинской техники, основ технологии обслуживания медицинской техники

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.В.ДВ.2 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 4 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет с оценкой в 4 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 приборов. Классы интегральных микросхем. Связь производительности, экономичности и помехоустойчивости с технологией и схемой прибора.	4	2	2	0	4
2.	Тема 2. Транзисторно-транзисторные интегральные схемы, базовый элемент. Характеристики.	4	2	2	0	4
3.	Тема 3. Транзисторно-транзисторные интегральные схемы, открытый коллектор, три состояния	4	2	2	0	4
4.	Тема 4. Транзисторная логика с транзисторами Шоттки.	4	2	2	0	4
5.	Тема 5. Эмиттерно связанные транзисторно-транзисторные схемы	4	2	2	0	4
6.	Тема 6. МОП и КМОП интегральные микросхемы.	4	2	2	0	4
7.	Тема 7. КМОП инвертор, схемы конъюнкции и дизъюнкции	4	2	2	0	4
8.	Тема 8. Аналоговые микросхемы. Входные и выходные каскады интегральных микросхем.	4	2	2	0	4
9.	Тема 9. Разновидности аналоговых микросхем	4	2	2	0	4
10.	Тема 10. Операционные усилители их особенности и применение.	4	2	2	0	4
11.	Тема 11. Операционные усилители. Дифференциальный каскад	4	2	2	0	4
12.	Тема 12. Операционные усилители. Самовозбуждение. Коррекция характеристики	4	2	2	0	4
13.	Тема 13. Компараторы. Аналоговые ключи.	4	2	2	0	4
14.	Тема 14. Стабилизаторы напряжения.	4	2	2	0	4
15.	Тема 15. Интегральные селекторы и мультиплексоры	4	2	2	0	4
16.	Тема 16. Интегральные цифроаналоговые преобразователи	4	2	2	0	4
17.	Тема 17. Интегральные аналого-цифровые преобразователи	4	2	2	0	4
18.	Тема 18. Интегральные генераторы сигналов	4	2	2	0	4
	Итого		36	36	0	72

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Интегральные технологии создания микроэлектронных приборов. Классы интегральных микросхем. Связь производительности, экономичности и помехоустойчивости с технологией и схемой прибора.

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. Характеристики.

Транзисторно-транзисторные интегральные схемы, базовый элемент. Характеристики. Каскады схемы ТТЛ. Разновидности схем ТТЛ. Производительность, нагрузочная способность и логические уровни.

Тема 3. Транзисторно-транзисторные интегральные схемы, открытый коллектор, три состояния

Транзисторно-транзисторные интегральные схемы, открытый коллектор, три состояния: применение. Подключение светодиода к ТТЛ ОК. Расчёт токов и напряжений.

Тема 4. Транзисторная логика с транзисторами Шоттки.

Транзисторная логика с транзисторами Шоттки. Свойства диодов и транзисторов Шоттки. Преимущества микросхем с диодами шоттки в сравнении с классическими ТТЛ схемами.

Тема 5. Эмиттерно связанные транзисторно-транзисторные схемы

Анализ выходного каскада ЭСТЛ Внутренний источник опорного напряжения схем ЭСТЛ. Дифференциальный каскад.

Тема 6. МОП и КМОП интегральные микросхемы.

МОП и КМОП интегральные микросхемы. Особенности кремния, как полупроводникового материала. Преимущества и недостатки микросхем на полевых транзисторах. Особенности схемы базовых элементов.

Тема 7. КМОП инвертор, схемы конъюнкции и дизъюнкции

Микросхемы комплементарной логики, как экономичные элементы аппаратуры. Скачки тока в цепях питания цифровых устройств, выполненных на микросхемах типа КМОП

Тема 8. Аналоговые микросхемы. Входные и выходные каскады интегральных 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..

Тема 9. Разновидности аналоговых микросхем

Основные типы аналоговых микросхем. Сложность усиления сигналов переменного тока в интегральных микросхемах. Обеспечение рабочей точки транзисторов. Получение больших коэффициентов усиления.

Тема 10. Операционные усилители их особенности и применение.

Назначение операционных усилителей. Операционный усилитель, как четырёхполюсник. Основа операционного усилителя - усилитель постоянного тока. Требования к операционным усилителям. Обеспечение симметричного питания. Межкаскадные связи в операционных усилителях

Тема 11. Операционные усилители. Дифференциальный каскад

Входные цепи операционных усилителей. Обеспечение симметрии. Парафазные и синфазные сигналы. Коэффициент усиления по синфазному сигналу и коэффициент усиления по парафазному сигналу.

Тема 12. Операционные усилители. Самовозбуждение. Коррекция характеристики

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 13. Компараторы. Аналоговые ключи.

Компараторы. Назначение и функции компараторов. Схемы компараторов. Применение аналоговых ключей в схемах компараторов. Настройка порога срабатывания. Применение в компараторах операционных усилителей.

Тема 14. Стабилизаторы напряжения.

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 15. Интегральные селекторы и мультиплексоры

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

Тема 16. Интегральные цифроаналоговые преобразователи

Необходимость цифроаналогового преобразования. Принципы цифроаналогового преобразования. Преобразователи на сетках сопротивлений. Сетка сопротивлений типа R-2R. Требования к точности резисторов. Преобразование сетки, работающей по принципу суммирования токов в источник напряжения с помощью операционного усилителя. Веса разрядов цифроаналогового преобразователя. Число разрядов и точность преобразования.

Тема 17. Интегральные аналого-цифровые преобразователи

Типы аналого-цифровых преобразователей. Кантование и дискретизация параметров аналогового сигнала. Аналого-цифровые преобразователи последовательного приближения. Связь точности преобразования и количества разрядов выходного кода..

Тема 18. Интегральные генераторы сигналов

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://njinmnp.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)

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1.1 Предмет микроэлектроники

Необходимо знать основные термины и определения микроэлектроники, принцип согласования цепей и принцип схемотехнической избыточности, этапы проектирования интегральных микросхем, классификацию интегральных микросхем.

1.2 Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем

Следует знать физический смысл коэффициента объединения по входу

6

логического элемента и коэффициента разветвления по выходу логического элемента, назначение передаточной, входной и выходной характеристик и способы определения этих характеристик, основные параметры цифровых микросхем при работе в динамическом режиме, а также энергетические характеристики и параметры.

1.3 Математический аппарат цифровой микроэлектроники

Необходимо знать функции алгебры логики, основные законы алгебры логики, формы представления функций алгебры логики. Особое внимание следует обратить на минимизацию функций алгебры логики, а правила минимизации булевых функций знать наизусть.

1.4 Цифровые микроэлектронные устройства комбинационного типа

Изучение необходимо начать с логических элементов И, ИЛИ, НЕ, которые составляют булевый базис, а также с элементов И - НЕ, ИЛИ - НЕ, каждый из которых обладает функциональной полнотой. Методику синтеза комбинационных устройств необходимо усвоить твердо и только после этого переходить к изучению мультиплексоров, шифраторов, дешифраторов, сумматоров и цифровых компараторов. Обратите внимание на матричную реализацию булевых функций.

1.5 Цифровые микроэлектронные устройства

последовательного типа

Изучение цифровых микроэлектронных устройств последовательного типа необходимо начать с триггеров, поскольку находят широкое применение и являются функциональными узлами других последовательных цифровых устройств (ПЦУ) - регистров, счетчиков и делителей частоты. При

7

изучении ПЦУ особое внимание обратите на классификацию, функциональные схемы и их условное графическое обозначение.

1.6 Запоминающие устройства

Следует знать основные характеристики, обозначение функций микро-схем памяти. Необходимо твердо усвоить принципы построения ЗУ с произвольным доступом и особенности построения постоянных ЗУ.

1.7 Основные схемотехнические структуры цифровой

интегральной микроэлектроники

Необходимо знать электрические схемы, принцип действия и основные статические параметры базовых логических элементов транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ), логических элементов ТТЛ с диодами и транзисторами Шоттки и логических элементов на комплементарных МДП - транзисторах, поскольку среди современных потенциальных цифровых интегральных микросхем доминируют именно эти три схемно-технологических направления построения интегральных микросхем.

1.8 Основные схемотехнические структуры аналоговой

интегральной микроэлектроники

Необходимо знать схему интегрального источника тока, управляемого током и модификации этой схемы, а также схемы источников постоянного напряжения, схемы дифференциальных усилителей на биполярных и полевых транзисторах. Необходимо изучить принцип действия этих схем и уметь определять электрические величины и параметры. Следует твердо уяснить условия реализации отрицательной обратной связи для операционных усилителей (ОУ), знать характеристики и параметры (ОУ), предназначенные для использования в качестве исходных данных при проектировании.

8

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

Рабочая программа по дисциплине предполагает выполнение одной компьютерной и одной текстовой контрольных работ.

Компьютерная контрольная работа включает 10 задач по всем разделам курса.

Текстовая контрольная работа посвящена проектированию цифровых устройств комбинационного типа либо последовательного типа.

2.1 Общие указания по решению задач

На первом этапе необходимо установить, какие закономерности лежат в основе решаемой задачи. С помощью соотношений, формул, таблиц, выражающих эти закономерности, следует найти решение задачи. Следует стремиться к получению решения в аналитическом виде: сначала необходимо записать исходные формулы, сделать соответствующие преобразования, получить конечные формулы, а затем подставлять в эти формулы числовые значения. Конечные формулы должны выражать искомые величины через величины, заданные в условии задачи. Если решение задачи в общем виде связано с громоздкими преобразованиями, то его целесообразно проводить, применяя числовые вычисления на промежуточных этапах. С целью исключения ошибок рекомендуется все промежуточные вычисления проводить в системе СИ.

При получении числового ответа следует обращать внимание на точность окончательного результата, которая должна соответствовать требованиям задания.

Некоторые задачи можно решить несколькими методами. Очень полезно проверить различные методы решения. Помимо того, что это дает дополнительную тренировку, сопоставив решения, можно сделать вывод о том, какие методы решения являются наиболее рациональными. Всегда следует

9

считать лучшим тот метод решения, который проще, то есть требует меньшего числа действий.

При возникновении затруднений в ходе решения задач следует ознакомиться с примерами выполнения типовых заданий по соответствующему разделу дисциплины.

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:

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 "не предусмотрено".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.2 Интегральная микроэлектроника

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

1. Игнатов, А. Н. Классическая электроника и нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Игнатов, Н. Е. Фадеева, В. Л. Савиных, В. Я. Вайспапир, С. В. Воробьева. ? 2-е изд., стер. . М. : ФЛИНТА, 2012. ? 728 с. - ISBN 978-5-9765-0263-5. Сайт ЭБС Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=455216>. - свободный.
2. Черепанов А.К. Микросхемотехника : учебник / А. К. Черепанов. ? М. : ИНФРА-М, 2018. ? 292 с. ? (Высшее образование: Бакалавриат). ? [www.dx.doi.org/ 10.12737/textbook_599ff21797d959.08246105](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_599ff21797d959.08246105). [Электронный ресурс]. Сайт ЭБС Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=891375>. - свободный.
3. Игнатов, А. Н. Нанoeлектроника. Состояние и перспективы развития [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Игнатов. ? М. : ФЛИНТА, 2012. ? 360 с. - ISBN 978-5-9765-1619-9. [Электронный ресурс]. Сайт ЭБС Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=455222>. - свободный.

Дополнительная литература:

1. Гальперин М. В. Электронная техника: Учебник / М.В. Гальперин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 352 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0176-2. [Электронный ресурс]. Сайт ЭБС Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=420238>. - свободный.
2. Величко А. А. Методы исследования микроэлектронных и нанoeлектронных 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.В.ДВ.2 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: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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.