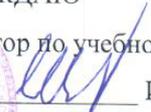


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 15:02:19  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73bd76c8f8bea882b8d602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
  
И.Г. Игнатова<sup>1</sup>  
«14» декабря 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Аналоговые интегральные схемы»

Направление подготовки - 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Направленность (профиль) – «Интегральная электроника и нанoeлектроника»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования**

**Подкомпетенция ПК-3.АИС** Способен разрабатывать схемотехнические решения аналоговых блоков **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложнофункциональных блоков».**

**Обобщенная трудовая функция В** «Моделирование, анализ и верификация результатов моделирования разработанных принципиальных схем аналоговых блоков и СФ-блока»

**Трудовая функция В/01.6** «Моделирование схем отдельных аналоговых блоков»

| <b>Подкомпетенции, формируемые в дисциплине</b>                            | <b>Задачи профессиональной деятельности</b>  | <b>Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций</b>  |
|--|--|--|
| ПК-3.АИС Способен разрабатывать схемотехнические решения аналоговых блоков | Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;<br>Расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | <b>Знает:</b><br>основные способы построения аналоговых элементов НЧ АИС; принципы функционирования и анализа основных элементов НЧ АИС.<br><b>Умеет:</b> аналитически рассчитывать основные характеристики аналоговых блоков<br><b>Опыт деятельности:</b><br>по проектированию характеристик аналоговых блоков с помощью средств автоматизации проектирования |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине: знание основ математического анализа, электроники, электротехники, схемотехники.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Курс | Семестр | Общая трудоёмкость (ЗЕ) | Общая трудоёмкость (часы) | Контактная работа |                            |                             | Самостоятельная работа (часы) | Промежуточная аттестация |
|------|---------|-------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|      |         |                         |                           | Лекции (часы)     | Лабораторные работы (часы) | Практические занятия (часы) |                               |                          |
| 4    | 8       | 4                       | 144                       | 20                | 20                         | –                           | 68                            | Экз (36)                 |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № и наименование модуля                   | Контактная работа |                      |                      | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля                         |
|---|-------------------|----------------------|----------------------|------------------------|---|
|   | Лекции            | Практические занятия | Лабораторные занятия |                        |   |
| 1. Модели основных элементов АИС          | 4                 | –                    | 4                    | 14                     | Опрос на лекциях.                               |
|   |                   |                      |                      |                        | Выполнение и защита лабораторных работ          |
| 2. Основные усилительные каскады АИС      | 4                 | –                    | 8                    | 18                     | Опрос на лекциях.                               |
|   |                   |                      |                      |                        | Выполнение и защита лабораторных работ          |
| 3. Дифференциальные усилители             | 6                 | –                    | 4                    | 18                     | Опрос на лекциях.                               |
|   |                   |                      |                      |                        | Выполнение и защита лабораторных работ          |
| 4. Операционные усилители и их применение | 6                 | –                    | 4                    | 18                     | Опрос на лекциях.                               |
|   |                   |                      |                      |                        | Выполнение и защита лабораторных работ          |
|   |                   |                      |                      |                        | Сдача и защита практикоориентированного задания |
|   | 20                | -                    | 20                   | 68                     |   |

#### 4.1. Лекционные занятия

| № модуля дисциплины | № лекции | Объем занятий (часы) | Краткое содержание   |
|---------------------|----------|----------------------|--|
| 1                   | 1        | 2                    | Классификация, особенности, основные функции аналоговых БИС. Пассивные и активные компоненты   |
|                     | 2        | 2                    | Малосигнальные эквивалентные схемы полевого транзистора, схемы включения с общим истоком, общим стоком и общим затвором.   |
|                     | 3        | 2                    | Интегральные транзисторы. Дифференциальные проводимости, малосигнальные эквивалентные схемы биполярного транзистора.   |
| 2                   | 4        | 2                    | Элементарные усилительные каскады, схемы включения с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой.  |
|                     | 5        | 2                    | Элементарные усилительные каскады, каскодные схемы, способы увеличения коэффициента усиления и расширения полосы пропускания   |
|                     | 6        | 2                    | Интегральные источники тока. Токовые зеркала, методы температурной стабилизации источников постоянного тока  |
| 3                   | 7        | 2                    | Дифференциальные усилители. Особенности и основные характеристики дифференциальных усилителей. Теорема бисекции. ДУ на КМДП- транзисторах  |
|                     | 8        | 2                    | Интегральные источники постоянного напряжения, опорные источники, методы их температурной стабилизации.  |
| 4                   | 9        | 2                    | Операционные усилители. Основные определения. Операционные усилители. Способы включения. Частотная характеристика. Переходные процессы. Операционные усилители. Связь АЧХ и ФЧХ, Устойчивость. |
|                     | 10       | 2                    | Операционные усилители. Методы проектирования. Структурная схема. Расчет основных характеристик. Примеры выполнения операционных усилителей  |

#### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

#### 4.3. Лабораторные работы

| № модуля дисциплины | № лабораторной работы | Объем занятий (часы) | Краткое содержание  |
|---------------------|-----------------------|----------------------|---|
| 1                   | 1                     | 4                    | Исследование малосигнальных моделей активных компонентов АИС                |
| 2                   | 2                     | 4                    | Исследование статических и динамических характеристик усилительных каскадов |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   | 3 | 4 | Исследование статических и динамических характеристик источников тока в аналоговых ИС методом моделирования. |
| 3 | 4 | 4 | Исследование дифференциальных каскадов на биполярных и МДП транзисторах                                      |
| 4 | 5 | 8 | Исследование статических и динамических характеристик операционного усилителя                                |

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

| № модуля дисциплины | Объем занятий (часы) | Вид СРС   |
|---------------------|----------------------|---|
| 1                   | 10                   | Подготовка к опросам  |
|                     | 4                    | Подготовка к лабораторным работам: изучение теоретического материала, подготовка конспекта лабораторной работы, обработка результатов моделирования, подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы |
| 2                   | 10                   | Подготовка к опросам  |
|                     | 8                    | Подготовка к лабораторным работам: изучение теоретического материала, подготовка конспекта лабораторной работы, обработка результатов моделирования, подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы |
| 3                   | 10                   | Подготовка к опросам  |
|                     | 8                    | Подготовка к лабораторным работам: изучение теоретического материала, подготовка конспекта лабораторной работы, обработка результатов моделирования, подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы |
| 4                   | 8                    | Подготовка к опросам  |
|                     | 8                    | Подготовка к лабораторным работам: изучение теоретического материала, подготовка конспекта лабораторной работы, обработка результатов моделирования, подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы |
|                     | 2                    | Выполнение практикоориентированного задания   |

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

✓ Методические указания для самостоятельной работы студентов (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

**Модуль 1 «Модели основных элементов АИС»**

✓ Материалы для подготовки к опросам: Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу "Микросхемотехника АИС"/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 113 л.

✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 1 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

✓ Учебно-методическая разработка для лабораторного практикума по курсу "Микросхемотехника АИС" В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 46 л.

### **Модуль 2 «Основные усилительные каскады АИС»**

✓ Материалы для подготовки к опросам: Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу "Микросхемотехника АИС"/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 113 л.

✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 2 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

✓ Учебно-методическая разработка для лабораторного практикума по курсу "Микросхемотехника АИС" В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 46 л.

### **Модуль 3 «Дифференциальные усилители»**

✓ Материалы для подготовки к опросам: Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу "Микросхемотехника АИС"/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 113 л.

✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 3 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

✓ Учебно-методическая разработка для лабораторного практикума по курсу "Микросхемотехника АИС" В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 46 л.

### **Модуль 4 «Операционные усилители и их применение»**

✓ Материалы для подготовки к опросам: Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу "Микросхемотехника АИС"/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 113 л.

✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 4 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

✓ Учебно-методическая разработка для лабораторного практикума по курсу "Микросхемотехника АИС" В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 46 л.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература**

1. Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс) : Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; Под ред. О.П. Глудкина. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 768 с.
2. Титце У. (Tietze U.). Полупроводниковая схемотехника = Halbleiter-Schaltungstechnik : [В 2 т.] : Пер. с нем. Т. 1 / У. Титце, К. Шенк. - М. : ДМК Пресс : ДОДЭКА-XXI, 2008. - 832 с.

3. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств : [Учеб. пособие] / Г.И. Волович. - 3-е изд. - М. : ДОДЭКА-XXI, 2011. - 528 с.
4. Миндеева А.А. (Автор МИЭТ, ПКИМС). элементная база аналоговых схем : Учеб. пособие / А.А. Миндеева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2012. - 184 с.
5. Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники / А.Г. Алексенко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых знаний. Физматлит : Юнимедиастайл, 2002. - 448 с.

#### **Периодические издания**

1. RUSSIAN MICROELECTRONICS. - : Springer, [2000] - . - URL: <http://link.springer.com/journal/11180> (дата обращения: 30.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 - .
3. IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES. - USA : IEEE, [б.г.]. - URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=16> (дата обращения: 30.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

#### **7. ПЕРЕЧЕНЬ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.09.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей
2. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. -URL: [www.scopus.com/](http://www.scopus.com/) (дата обращения: 30.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

#### **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе реализации обучения используются **смешанное обучение**, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения. Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя. Информационно-коммуникативные технологии с использованием сети Интернет применяются для консультирования студентов, в том числе с использованием сервисов Zoom.

Применяются дистанционные образовательные технологии: онлайн лекции, онлайн консультации, использование внешних электронных ресурсов.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы   | Перечень программного обеспечения  |
|---|---|--|
| Учебная аудитория   | Проектор или телевизор для демонстрации презентаций, интернет   | Операционная система Microsoft Windows 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office   |
| Компьютерный класс  | Компьютерная техника  | САПР Cadence (OrCAD)   |
| Помещение для самостоятельной работы                                      | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ | Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC |

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции ПК-3.АИС Способен разрабатывать схемотехнические решения аналоговых блоков.

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины в электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

Дисциплина состоит из лекций, лабораторных работ и экзамена. Освоение теоретического материала проверяется во время опроса на лекциях и в процессе приема экзамена. Выполнение и защита лабораторных работ проводятся в индивидуальном порядке и являются обязательными. Вариант задания уточняется преподавателем. На защиту необходимо предоставить отчет с результатами выполнения работы, оформленный в соответствии с требованиями к отчету.

Во время самостоятельной работы студенты готовятся к лабораторным работам и опросам на лекциях. Помимо предложенной учебной литературы и материалов лекций для подготовки к контрольным мероприятиям можно использовать внешние электронные ресурсы, ссылки на которые размещены в корпоративной информационно-технологической платформе ОРИОКС.

Консультации студентов проводятся в очной и онлайн формах в часы консультаций.

## 11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение и защита лабораторных работ (суммарно до 70 баллов), активность на лекциях (письменные опросы, 10 балла), выполнение комплексного задания (10 баллов) и экзамен (10 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС <http://orioks.miet.ru/>).

### Разработчик:

Профессор, д.т.н., доцент \_\_\_\_\_



/ В.В. Лосев /

Рабочая программа дисциплины «Аналоговые интегральные схемы» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» по направленности (профилю) «Интегральная электроника и наноэлектроника» разработана на кафедре ИЭМС и утверждена на заседании кафедры 26.11 2020 года, протокол №5

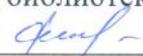
Заведующий кафедрой  / Ю.А. Чаплыгин /

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  / И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  / Т.П. Филиппова /