

1. Название

Цифровая схемотехника (практика)

2. Лектор (ы)

Белов

3. Ассистент (ы)

4. Язык обучения

русский

5. Зачётные единицы (кредиты) и форма оценивание (экзамен, зачёт, зачёт с оценкой)

Зачет

Образовательная программа (ы) и семестр изучения

6. Пререквизиты

7. Краткая аннотация (на простом и доступном языке с обязательным указанием пунктов ниже):

Для современной электроники характерна необходимость уметь решать типовые задачи, относящиеся к различным областям, с широким применением средств компьютерного моделирования и программирования.

Так современная радиотехническая система обычно одновременно включает в себя низко- и высокочастотные аналоговые электронные схемы, аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) и/или другие программируемые микросхемы (микроконтроллеры, цифровые сигнальные процессоры), встраиваемое программное обеспечение (ПО) и внешнее ПО с графическим интерфейсом пользователя для удаленного управления устройством.

Целью данного курса является практическое знакомство студентов с часто встречающимися аспектами прикладной электроники с использованием распространенного свободного программного обеспечения. Особенностью курса является широкий охват различных тем, включающих

- знакомство с программами моделирования электронных схем (Qucs, QucsStudio)

- анализ и синтез линейных фильтров и усилителей (Qucs, QucsStudio)

- анализ нелинейных схем (Qucs, QucsStudio)

- основные задачи цифровой обработки сигналов (применение преобразования Фурье, линейные и нелинейные цифровые фильтры, элементы обработки изображений)(Scilab, Octave, Lazarus)

- основы разработки программ с графическим интерфейсом пользователя (GUI), управляемых событиями (event driven)(Lazarus)

- разработка печатных плат (KiCad)

- введение в программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС)

- программирование микроконтроллеров (*stm32 discovery board, C++, os mbed*)

Полученные навыки моделирования электронных схем в *Qucs, QucsStudio* будут в дальнейшем использоваться и в практических занятиях по курсу ВЧ и СВЧ электроники.

8. Содержание курса

Формат занятий из официального учебного плана – лекции, практические занятия (семинары), самостоятельная работа студентов.

| № раздела | Название раздела | Основные темы раздела, разделенные на лекции, практики, лабораторные | Формат занятия | Предполагаемая дата (если известно) |
|-----------|------------------|--|----------------|-------------------------------------|
| 1 | Схемотехника | 1 Основы работы в программе моделирования электронных схем Qucs. Линейные цепи. Аналоговые пассивные фильтры. Временные и частотные характеристики фильтров. Анализ и синтез пассивных фильтров. | Практика | |
| | | 2 Диоды. Статические и динамические характеристики диодов. Амплитудный детектор. Удвоитель напряжения. Разновидности диодов и их применение. | Практика | |
| | | 3 Транзисторы 1. Биполярные транзисторы (BJT), полевые транзисторы (FET), биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT). Транзисторный ключ. Мостовые транзисторные | Практика | |

| | | | | |
|---|-----------------------------------|--|----------|--|
| | | схемы. Широтно-импульсная модуляция ШИМ. | | |
| | | 4 Транзисторы 2. Усилители с ОЭ, ОК и ОБ. Генераторы. | Практика | |
| | | 5 Операционные усилители (ОУ) 1. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель. Скорость нарастания. Однополярное питание ОУ. | Практика | |
| | | 6 Операционные усилители (ОУ) 2. Нелинейные схемы на ОУ. Активные фильтры на ОУ. Генераторы. | Практика | |
| | | 7 Нелинейные эффекты 2 и 3 порядка в электронных схемах и их моделирование. Смесители. | Практика | |
| 2 | Цифровая обработка сигналов (ЦОС) | 8 Дискретизация. Квантование. Характеристики АЦП. Дискретное преобразование Фурье. Дополнение нулями. Окна. Комплексные сигналы и преобразование Гильберта. | Практика | |
| | | 9 Цифровые фильтры 1. Фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ). Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ). Анализ и синтез фильтров. | Практика | |
| | | 10 Цифровые фильтры 2. Медианный фильтр. 2-мерные фильтры. | Практика | |

| | | | | |
|---|---------------------------|--|----------|--|
| 3 | Элементы программирования | 11 Основы разработки программ с графическим интерфейсом пользователя, управляемых событиями (Lazarus) | Практика | |
| | | 12 Элементы цифровой обработки изображений (Lazarus, Octave) | Практика | |
| 4 | Микроконтроллеры | 13 Микроконтроллеры 1. Операционная система Mbed. Mbed инструменты командной строки (Mbed CLI). Потоки, прерывания. | Практика | |
| | | 14 Микроконтроллеры 2. Интерфейсы SPI, I2C. Последовательный порт (UART). Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС, FPGA). | Практика | |
| | Разработка печатных плат | 15 Разработка печатных плат (KiCad). | Практика | |

Указать, возможно ли заменить разделы или темы онлайн-курсом (добавить ссылку, если возможно). Уточнить, если планируется замена существующих форматов занятий онлайн-курсом.

9. Литература (обязательная и рекомендованная – обязательно добавить минимум 2 ссылки на электронный источник доступный в ИТМО, а также на онлайн курс, если используется)

Основная литература по схемотехнике

Титце У. Полупроводниковая схемотехника. (1980) [Djv-12.7M] Справочное руководство. Авторы: Ульрих Титце, Кристоф Шенк (U. Tietze, Ch. Schenk). Перевод с немецкого под редакцией А.Г. Алексенко.

http://publ.lib.ru/ARCHIVES/T/TITCE_Ul'rih/_Titce_U..html

Тут есть первое издание (более компактное) и второе (более подробное).

Фолкенберри Л.М. Применения операционных усилителей и линейных ИС. (An introduction to operational amplifiers with linear IC applications, 1982) [Djv-14.8M] [Pdf-28.1M] Автор: Лусис М. Фолкенберри (Lucas M. Faulkenberry). Перевод с английского Л.М. Наймарка под редакцией М.В. Гальперина. Художник В.Е. Карпов. (Москва: Издательство «Мир»: Редакция литературы по информатике и электронике, 1985)

http://publ.lib.ru/ARCHIVES/F/FOLKENBERRI_Lusis_M/_Folkenberri_L.M..html

<http://www.radioscanner.ru/files/electronics/file5313/>

Асеев Б.П. Колебательные цепи. 1955.

http://publ.lib.ru/ARCHIVES/A/ASEEV_Boris_Pavlovich/_Aseev_B.P..html

«Цифровая схемотехника и архитектура компьютера» Дэвида Харриса и Сары Харрис

<http://easyelectronics.ru/files/Book/digital-design-and-computer-architecture-russian-translation.pdf>

Дополнительная литература по схемотехнике

Более серьезная книга по операционникам

Пейтон А.Дж... Аналоговая электроника на операционных усилителях. (Analog Electronics with Op Amps. A Source Book of Practical Circuits) [Djv- 9.6M] Авторы: А.Дж. Пейтон, В. Воли. Перевод с английского В.Л. Григорьева. Редактор перевода А.П. Молодяну. Производственно-техническое издание. (Москва: БИНОМ, 1994)

http://publ.lib.ru/ARCHIVES/P/PEYTON_A._Dj/_Peyton_A.Dj..html

В.Н. Гололобов. Экскурсия по электронике. Москва 2008

Основная литература по ЦОС

Ричард Лайонс. Цифровая обработка сигналов

[http://publ.lib.ru/ARCHIVES/L/LAYONS_Richard/Layons_R._Cifrovaya_obrabotka_signalov.v.\(2006\).\[djv-fax\].zip](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/L/LAYONS_Richard/Layons_R._Cifrovaya_obrabotka_signalov.v.(2006).[djv-fax].zip)

https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_85526.pdf

<http://www.radioscanner.ru/files/signals-analysis/file12662/>

В частности неплохо обсуждаются комплексные/аналитические сигналы и преобразование Гильберта.

Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений

http://publ.lib.ru/ARCHIVES/G/GONSALES_Rafael'_S/_Gonsales_R.S..html

Scilab: Решение инженерных и математических задач / Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова, Е. А. Рудченко.

<http://www.nsc.ru/interval/Programing/Scilab-manual.pdf>

<http://sch169.ru/projekt/Linux/lib/ScilabBook.pdf>

Кроме этого любой учебник по MatLab содержит полезную информацию

Дополнительная литература по ЦОС

In English. Хорошее введение в ЦОС, включая немного про обработку изображений. Если уж не читать целиком, то стоит хотя бы просмотреть картинки.

Digital Signal Processing By Steven W. Smith, Ph.D.

<http://www.dspguide.com/pdfbook.htm>

Теория и применение цифровой обработки сигналов. [Djv-12.9M] Авторы: Л. Рабинер, Б. Гоулд. Перевод с английского А.Л. Зайцева, Э.Г. Назаренко, Н.Н. Теткина.

(Москва: Издательство «Мир», 1978)

[http://publ.lib.ru/ARCHIVES/R/RABINER_L._R/Teoriya_i_primenenie_cifrovoy_obrabotki_\(izd.1978\).\[djv-fax\].zip](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/R/RABINER_L._R/Teoriya_i_primenenie_cifrovoy_obrabotki_(izd.1978).[djv-fax].zip)

Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. Питер, 2003г. ISBN: 5-318-00666-3 Учебник для ВУЗов.

«Цифровая схемотехника и архитектура компьютера» Дэвид Харрис и Сара Харрис, различные издания

<http://easyelectronics.ru/files/Book/digital-design-and-computer-architecture-russian-translation.pdf>

Программирование микроконтроллеров (MBED)

Быстрый старт с ARM Mbed: разработка на современных микроконтроллерах для начинающих (обсуждение там тоже стоит почитать)

<https://habr.com/ru/post/420435/>

Introducing the Mbed Simulator

(но в нем нет многопоточности т.е. не поддерживается класс thread <https://os.mbed.com/docs/mbed-os/v5.15/apis/thread.html>)

<https://os.mbed.com/blog/entry/introducing-mbed-simulator/>

<https://simulator.mbed.com/>

Online книга по mbed (in English но с картинками)

Fast and Effective Embedded System Design: Applying the ARM mbed. Second Edition

http://www.embedded-knowhow.co.uk/Book_3_Ed2.htm

Программирование GUI (Lazarus)

Краткое введение

https://wiki.freepascal.org/Lazarus_Tutorial/ru

Краткий курс по языку Object Pascal

https://castle-engine.io/modern_pascal_introduction_russian.html

https://castle-engine.io/modern_pascal_introduction.html

Справочные материалы по Lazarus

Книга «Экспресс курс программирования в Lazarus»

<http://popovevgeniy.000webhostapp.com/download/technical/Lazarus.zip>

<http://www.lazarus-doc.h1n.ru/>

Моделирование электронных схем

Агеев Е.Ю. Моделирование аналоговых электронных схем в программной среде «Qucs». — Томск: Издательство Томского государственного университета систем управления и электроники, 2007.

<https://industriya.com/zh/files/download/20/c2362aeb>

<https://docplayer.ru/52292932-Modelirovanie-analogovyh-elektronnyh-shem-v-programmnoy-srede-qucs.html>

Russian qucsstudio Tutorial part 1/2, English qucsstudio Tutorial part 1/2

http://www.gunthard-kraus.de/qucsstudio/qucsstudio_index_english.html

Qucs - почти универсальный симулятор электрических цепей

http://vgololobov.narod.ru/content/qucs_flowcode/qucs_flowcode.html

http://rha.bmstu.ru/event-14032011/Qucs_Flowcode.pdf

Онлайн симулятор с большим количеством готовых схем

<https://www.falstad.com/circuit/>

10. Оценка успеваемости по курсу и примеры заданий

Выберете типы заданий из перечня ниже или заполните свои в таблицу с указанием веса задания в баллах и возможными комментариями. Таблицу нужно заполнить всю (комментарии по желанию или если есть важные детали), а в сроках выполнения указать приблизительные ожидаемые даты или учебные недели.

| Форма контроля | Тип задания | Вес % | Минимальный порог выполнения для получения аттестации (оценка 3 или зачёт) % | Срок и выполнения | Комментарии |
|-------------------------------------|-------------|-------|--|-------------------|-------------|
| Текущий контроль | | | | | |
| Промежуточная аттестация (Mid-term) | | 50 | | | |
| Допуск к аттестации (если есть) | | | | | |
| Аттестация (экзамен/зачёт) | | 50 | | | |
| Σ | | 100 | | | |

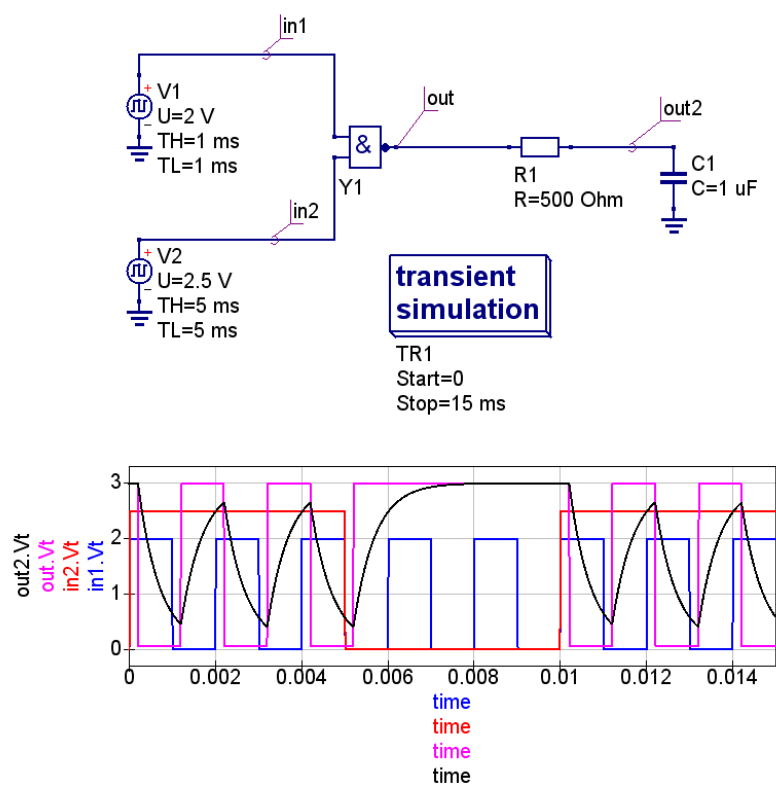
Примеры заданий

Указать для каждого типа заданий примеры, которые могут быть использованы в курсе или похожи на актуальные задания с расшифровкой составных частей по пунктам из таблицы ниже. Например, если есть вопросы для коллоквиума, экзамена или набор тем для докладов, то указать список. Дополнить примером или шаблоном выполнения задания для тех, где важно структурированное единое оформление.

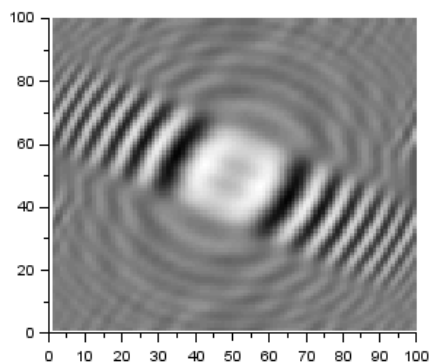
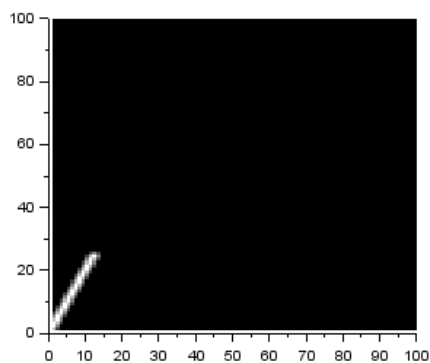
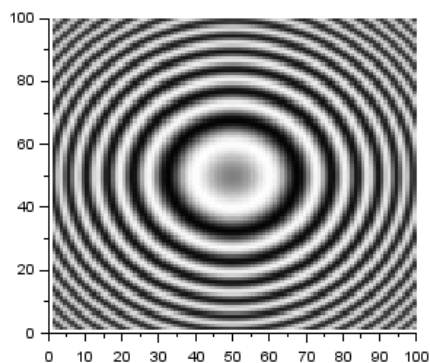
Указать требования к выполнению заданий с обоснованием, за что ставятся определенные баллы, за что снижается количество баллов, какие части задания

обязательные или дополнительные (если есть или отправить в деканат примеры студенческих работ прошлых лет)

Пример анализа электронной схемы



Пример цифровой фильтрации 2-мерного сигнала



Критерий выполнения задания - получение правильных результатов моделирования. Для присутствующих – задания должны быть выполнены непосредственно на занятии, для отсутствующих – присылается отчет о выполнении задания.

11. Дополнительные комментарии

Информация станет доступна только для записанных на курс: указать формат общения с преподавателем и ссылку на материалы для курса на <https://study.physics.itmo.ru/>, гугл-диск, <https://cloud.physics.itmo.ru/>