

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС

по направлению подготовки / специальности

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

Киберфизические системы, прикладная электроника и квантовые технологии

Форма обучения

Очная

Квалификация

Радиофизик-кибернетик, преподаватель. Разработчик киберфизических и квантовых систем

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

О.А. Доценко

Председатель УМК

А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

БК-1 Способен применять общие и специализированные компьютерные программы при решении задач профессиональной деятельности

ПК-2 Способен проводить математическое моделирование процессов в приборах и устройствах радиофизики и электроники, владеть современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении профессиональных задач

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОБК 1.1 Знает правила и принципы применения общих и специализированных компьютерных программ для решения задач профессиональной деятельности

РОБК 1.2 Умеет применять современные IT-технологии для сбора, анализа и представления информации; использовать в профессиональной деятельности общие и специализированные компьютерные программы

РОПК 2.3 Владеет современными пакетами программ при решении задач в области радиофизики и радиоэлектроники.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить аппарат автоматизированного компьютерного проектирования и моделирования.

– Научиться применять понятийный аппарат математических основ компьютерного моделирования компонентов РЭС различного уровня сложности и электромагнитных полей для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Модуль «Прикладная электроника».

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Пятый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Б1.О.02 Математический анализ, Б1.О.03 Физика, Б1.О.10 Линейная алгебра, Б1.О.13 Дифференциальные уравнения, Б1.О.17 Радиоэлектроника.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-практические занятия: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Цели, способы, задачи и процессы автоматизированного компьютерного проектирования РЭС.

Краткое содержание темы. Предмет и содержание курса. Способы проектирования - макетирование, физическое моделирование, математическое моделирование. Способы математического проектирования - ручной, с применением ЭВМ, автоматизированный. Типы задач проектирования. Типовая блок-схема процесса проектирования. Иерархичность процессов проектирования сверху вниз и снизу вверх. Функциональный, конструкторский и технологический разрезы в процессе проектирования. Понятие об имитационном и формульном проектировании. Понятие технологичности процесса проектирования.

Тема 2. Математические основы компьютерного моделирования компонентов РЭС различного уровня сложности и электромагнитных полей.

Краткое содержание темы. Определение математической модели. Классификация параметров моделей. Классификация моделей. Основные характеристики моделей. Классификация уровней сложности радиоаппаратуры и функциональных уровней автоматизированного проектирования и их взаимосвязь. Иерархия и примеры моделей для разных функциональных уровней проектирования. Формальные и физические способы построения моделей. Основные методы машинного представления и моделирования электромагнитных полей.

Тема 3. Алгоритмы компьютерного анализа и оптимизации аналоговых и цифровых устройств

Краткое содержание темы. Алгоритмы автоматизированного компьютерного моделирования аналоговых устройств на схемотехническом уровне. Моделирование статических режимов. Исходные уравнения и основные численные методы их решения. Моделирование переходных процессов. Моделирование частотных характеристик. Алгоритмы автоматизированного компьютерного моделирования аналоговых устройств на функциональном уровне. Типовые элементы функциональных схем и способы моделирования. Моделирование безынерционных функциональных схем. Моделирование временных диаграмм. Моделирование динамических характеристик функциональных схем во временной и частотной областях. Алгоритмы автоматизированного компьютерного моделирования цифровых устройств. Постановки задачи оптимизации и основные алгоритмы оптимизации, используемые в ППП.

Тема 4. Методы использования пакетов прикладных программ для автоматизированного компьютерного проектирования РЭС

Краткое содержание темы. Определение ППП для автоматизированного компьютерного проектирования. ППП как человекомашинная система. Классификация ППП. Виды обеспечения ППП. Лингвистическое обеспечение ППП. Состав лингвистического обеспечения и требования к нему. Классификация языков ППП. Современные диалоговые системы. Интеллектуальный интерфейс. Структура заданий на автоматизированное моделирование и проектирование РЭС. Представление исходных данных и результатов. Информационное обеспечение ППП. Состав и классификация информационного обеспечения ППП. Понятие о базах данных и СУБД. Базы знаний в ППП – интеллектуальные библиотеки типовых элементов и фрагментов схем и устройств, проектных операций и маршрутов проектирования

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

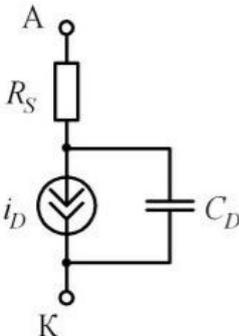
Зачет в пятом семестре проводится в виде онлайн тестирования. Один тест содержит 10 вопросов. Продолжительность зачета 30 минут. К зачёту допускаются только студенты, успешно прошедшие текущую аттестацию по теоретической части и практическим занятиям.

Вопрос и задачи в каждом билете сформулированы для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: РОБК 1.1, РОБК 1.2, РОПК 2.3

Примерный перечень тестовых вопросов (РОБК 1.1, РОБК 1.2, РОПК 2.3)

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Наука, изучающая электромагнитные колебания и волны радиодиапазона, методы генерации, усиления, преобразования, излучения и приёма, а также применение их для передачи информации называется...	а) <i>радиотехникой</i> б) электротехникой в) радиофизикой г) электроникой
2	Радиотехника – это наука, ...	а) <i>изучающая электромагнитные колебания и волны радиодиапазона, методы генерации, усиления, преобразования, излучения и приёма, а также применение их для передачи информации;</i> б) об использовании электрических устройств, которые работают на основе управления потоками электронов или других заряженных частиц в электровакуумных и полупроводниковых устройствах; в) об использовании электрических и магнитных явлений для получения и преобразования электрической энергии; г) передачи радиосигналов на дальние расстояния;
3	Часть электротехники, включающая в себя технику радиопередачи и радиоприёма, обработку сигналов, проектирование и изготовление радиоаппаратуры называется - ?	а) <i>радиотехникой;</i> б) радиоэлектротехникой; в) радиофизикой; г) электроникой;

4.	Электроника – это наука, ...	<p>а) об использовании электрических устройств, работающих на основе управления потоками электронов или других заряженных частиц в электровакуумных и полупроводниковых устройствах;</p> <p>б) изучающая электромагнитные колебания и волны радиодиапазона, методы генерации, усиления, преобразования, излучения и приёма, а также применение их для передачи информации;</p> <p>в) об использовании электрических и магнитных явлений для получения и преобразования электрической энергии;</p> <p>г) передачи радиосигналов на короткие расстояния.</p>
5	Радиоэлектронная система – это ...	<p>а) радиоэлектронное средство, представляющее собой совокупность функционально взаимодействующих автономных радиоэлектронных комплексов и устройств, образующих целостное единство, и обладающее свойством перестройки структуры в целях рационального выбора и использования входящих в нее средств при решении технических задач;</p> <p>б) радиоэлектронное средство, представляющее собой совокупность функционально связанных радиоэлектронных устройств, обладающее свойством перестройки структуры в целях сохранения работоспособности и предназначенное для решения технических задач;</p> <p>в) радиоэлектронное средство, представляющее собой функционально законченную сборочную единицу, выполненную на несущей конструкции, и реализующее функции передачи, приема, преобразования информации;</p> <p>г) радиоэлектронное средство, представляющее собой функционально законченную сборочную единицу, выполненную на несущей конструкции, реализующее функцию преобразования сигнала и не имеющее самостоятельного эксплуатационного применения</p>
6	К способам проектирования РЭС относятся -	<p>а) создание конструкторской документации;</p> <p>б) разработка и создание элементной базы;</p> <p>в) натурное макетирование;</p> <p>г) изучение физических основ работы РЭС.</p>
7	Укажите основные недостатки натурального макетирования	<p>а) высокая стоимость;</p> <p>б) низкая точность;</p> <p>в) максимальная достоверность получаемых результатов;</p> <p>г) длительность создания макета;</p> <p>д) ограниченные возможности макетирования;</p> <p>е) возможность анализа воздействия на схему внешних условий без реальных испытаний;</p>
8	Математические модели реальных компонентов должны учитывать -	<p>а) дату производства компонента;</p> <p>б) место производства компонента;</p> <p>в) нелинейные свойства компонентов;</p> <p>г) страну производства компонентов.</p>

9	По способу представления математических моделей реальных компонентов различают	а) линейные модели; б) нелинейные модели; в) <i>аналитические модели</i> ; г) <i>табличные модели</i> ; д) низкочастотные модели
10	По характеру отображаемых процессов различают	а) линейные модели реальных компонентов; б) нелинейные модели реальных компонентов; в) <i>динамические модели реальных компонентов</i> ; г) низкочастотные модели реальных компонентов; д) высокочастотные модели реальных компонентов.
11	По количеству параметров в модели компонента выделяют...	а) динамические модели реальных компонентов; б) графические модели реальных компонентов; в) <i>сложные модели реальных компонентов</i> ; г) табличные модели реальных компонентов; д) нелинейные модели реальных компонентов.
12	По диапазону рабочих сигналов различают	а) высокочастотные модели реальных компонентов б) сложные модели реальных компонентов в) <i>модели реальных компонентов для большого сигнала</i> г) статические модели реальных компонентов
13	Графические математические модели реальных компонентов представляются обычно в виде	а) уравнений вольтамперных характеристик или дифференциальных уравнений переходных процессов б)) цифровых таблиц в) <i>графиков вольтамперных характеристик или эквивалентных схем</i> г) пакетов прикладных программ
14	Примером простой математической модели реальных компонентов является	а) <i>модель катушки индуктивности</i> ; б) модель биполярного транзистора; в) модель полевого транзистора; г) модель полупроводникового диода; д) модель операционного усилителя.
15	Графом электрической цепи называют	а) условное изображение схемы, в котором каждая ветвь заменяется на эквивалентную; б) <i>условное изображение схемы, в котором каждая ветвь заменяется отрезком линии.</i> в) условное изображение схемы, в котором каждая ветвь заменяется узлом
16	На рисунке изображена эквивалентная схема 	а) <i>диода</i> ; б) транзистора; в) катушки индуктивности
17	Как зависит сопротивление конденсатора от частоты?	а) <i>обратнопропорциональна</i> ; б) не зависит; в) <i>прямопропорциональна</i>

18	Данная формула - математическое представление... $i_L(0_+) = i_L(0_-)$	а) <i>первого закона коммутации;</i> б) <i>первого закона коммутации;</i> в) <i>второго закона коммутации;</i> г) <i>закона всемирного тяготения.</i>
19	Узел, который «заземляется», т.е. его потенциал принимается равным нулю - это ...	а) <i>опорный узел;</i> б) <i>главный узел;</i> в) <i>опорная точка</i>
20	Коммутация - это ...	а) <i>процессы, происходящие в первый момент времени после переключения в электрических цепях при замыканиях и размыканиях различных участков цепи;</i> б) <i>процессы, происходящие через некоторое время после переключения в электрических цепях при подключении питания;</i> в) <i>процессы, происходящие в электрических цепях с определённым периодом</i>

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронные учебные курсы по дисциплине в среде электронного обучения iDO:
– «Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС. Лекции 4курс (РФФ.С.1 сем.)» - <https://lms.tsu.ru/course/edit.php?id=2556>

– «Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС. Практикум 4курс (РФФ.С.1 сем.)» - <https://lms.tsu.ru/course/edit.php?id=2557>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических занятий по дисциплине находится в среде электронного обучения iDO в ЭУК «Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС. Практикум 4курс (РФФ.С.1 сем.)».

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Трухин М. П. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств / М. П. Трухин. – Москва : Юрайт, 2022. – 134 с. – URL: <https://urait.ru/book/osnovy-kompyuternogo-proektirovaniya-i-modelirovaniya-radioelektronnyh-sredstv-laboratornyy-praktikum-492242>.

2. Петров М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем / М.Н. Петров, Г.В. Гудков. - СПб: Лань, 2021. – 464 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/175507>

3. Муромцев Ю.Л. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств / Ю.Л. Муромцев, Д.Ю. Муромцев, И.В.Тюрин и др.– М.: Лань, 2022. – 412с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/213146>

б) дополнительная литература:

1. Антипенский Р.В. Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств / Р.В.Антипенский, А.Г.Фадин. – М.: Техносфера, 2007. – 128с.
2. Амелина М.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 / М.А. Амелина, С.А. Амелин. – СПб: Лань, 2021. – 632 с.
3. Шестеркин А.Н. Система моделирования и исследования радиоэлектронных устройств Multisim 10 / А.Н. Шестеркин. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 360 с.
4. Златин И.Л. Схемотехническое и системное проектирование радиоэлектронных устройств в OrCAD 10.5 / И.Л. Златин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 352с.
5. Суходольский В.Ю. Altium Designer. Сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах / В.Ю. Суходольский. – М.: БХВ, 2022. – 592 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- открытые онлайн-курсы
- Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.
<http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

15. Информация о разработчиках

Павлова Александра Андреевна, старший преподаватель кафедры радиоэлектроники, РФФ ТГУ.