

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИИМКБ
Д.А. Седнев
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Анализ цепей и сигналов биотехнических систем

Направление подготовки/ специальность	12.03.04 Биотехнические системы и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Биомедицинская инженерия		
Специализация	Биомедицинская инженерия		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		24
	Практические занятия		24
	Лабораторные занятия		40
	ВСЕГО		88
Самостоятельная работа, ч		128	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовой проект	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

**Экзамен
дифзачет**

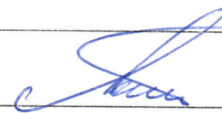
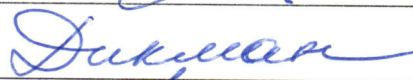
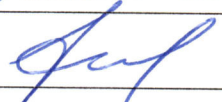
Обеспечивающее
подразделение

**Отделение
электронной
инженерии**

Зав. кафедрой-руководитель
отделения на правах кафедры

Руководитель ООП

Преподаватель

	П.Ф. Баранов
	Е.Ю. Дикман
	И.Ф. Нам

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	И.ОПК(У)-1.13	Демонстрирует способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для расчета и анализа электрических цепей и сигналов биотехнических систем	ОПК(У)-1.13В1	Владеет навыками использования знаний физики и математики при расчетах электрических цепей
				ОПК(У)-1.13У1	Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач расчета и анализа электрических цепей и сигналов
				ОПК(У)-1.13З1	Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы в области расчета и анализа электрических цепей и сигналов
ОПК(У)-3	Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий	И.ОПК(У)-3.2	Демонстрирует способность проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК(У)-3.2В1	Владеет навыками организации экспериментального исследования электрических цепей
				ОПК(У)-3.2У	Умеет проводить экспериментальные исследования электрических цепей
				ОПК(У)-3.2З1	Знает методы экспериментального исследования электрических цепей

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Владеть методами определения основных характеристик и параметров пассивных электрических цепей.	И.ОПК(У)-1.13 И.ОПК(У)-3.2
РД2	Выполнять расчет и проектирование базовых пассивных электрических цепей с заданными характеристиками и параметрами.	И.ОПК(У)-1.13 И.ОПК(У)-3.2
РД3	Владеть методами обработки, анализа и представления данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях электрических цепей	И.ОПК(У)-1.13 И.ОПК(У)-3.2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Анализ пассивных электрических цепей в частотной и временной области. Основные понятия и определения.	РД-1	Лекции	6
	РД-2	Практические занятия	4
	РД-3	Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	18

Раздел 2. Частотный анализ простейших ЭЦ с одним реактивным элементом	РД-1	Лекции	10
	РД-2	Практические занятия	12
	РД-3	Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	80
Раздел 3. Частотный анализ разветвленных ЭЦ с несколькими реактивными элементами одного характера	РД-1	Лекции	4
	РД-2	Практические занятия	4
	РД-3	Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	12
Раздел 4. Частотно-избирательные цепи на основе колебательных контуров	РД-1	Лекции	4
	РД-2	Практические занятия	4
	РД-3	Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	18

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Анализ пассивных электрических цепей в частотной и временной области. Основные понятия и определения.
--

Основные свойства, математические модели, схемы замещения, условные графические обозначения пассивных и активных элементов электрических цепей. Даются определения и раскрывается физический смысл основных частотных параметров и характеристик, используемых при проведении частотного анализа электрической цепи.

Темы лекций:

1. Основные понятия и определения при проведении частотного анализа электрической цепи (ЭЦ). Частотные параметры и характеристики электрической цепи: входные, выходные.
2. Передаточные частотные параметры и характеристики: коэффициент передачи, амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная (ФЧХ) характеристики. Полоса пропускания, подавления ЭЦ.
3. Амплитудно-фазовая характеристика ЭЦ – годограф. Классификация ЭЦ по виду АЧХ, области применения цепей конкретного типа.

Темы практических занятий:

1. Математические модели и свойства пассивных элементов ЭЦ: резистивного (R), индуктивного (L) и емкостного (C). Математические модели и свойства активных элементов ЭЦ: идеальный источник напряжения; идеальный источник тока.

Названия лабораторных работ:

1. Освоение лабораторного оборудования. Вводная лабораторная работа по Multisim.

Раздел 2. Частотный анализ простейших ЭЦ с одним реактивным элементом
--

Анализ в частотной области однозвенных RC -цепей с резистором и конденсатором на входе. Определение основных частотных параметров и характеристик указанных цепей, вопросы проектирования и области применения.

Темы лекций:

1. Частотный анализ RC -цепи с резистором R на входе: физический и математический анализ, годограф, векторные диаграммы. Частотные характеристики в логарифмическом масштабе (диаграммы Боде).
2. Области применения RC -цепи с резистором на входе: фильтр низких частот (ФНЧ); помехоподавляющая цепь; интегрирующая (квазиинтегрирующая) цепь. Интегрирование гармонического сигнала, одиночного прямоугольного импульса, последовательности идеальных прямоугольных импульсов. Расчет переходных процессов.

3. Частотный анализ RC -цепи с конденсатором C на входе: физический и математический анализ с определением основных параметров и характеристик, годограф, векторные диаграммы, диаграммы Боде.
4. Области применения RC -цепи с конденсатором на входе: фильтр высоких частот (ФВЧ); дифференцирующая (квазидифференцирующая) цепь. Дифференцирование гармонического сигнала, одиночного идеального прямоугольного импульса.
5. Укорачивающая RC -цепь. Разделительная RC -цепь.

Темы практических занятий:

1. Последовательность действий при проведении физического анализа (ФА) разветвленной ЭЦ.
2. Последовательность действий при построении векторных диаграмм (ВД) разветвленной ЭЦ.
3. Последовательность действий при проведении математического анализа (МА) разветвленной ЭЦ.
4. Алгоритм проведения расчета переходных процессов (п/п) в ЭЦ постоянного тока первого порядка на конкретном примере.
5. Прохождение последовательности прямоугольных импульсов через RC -цепи различного назначения.

Названия лабораторных работ:

1. Частотный анализ пассивных цепей: фильтр низких частот (ФНЧ), фильтр верхних частот (ФВЧ).
2. Прохождение последовательности прямоугольных импульсов через электрические цепи различного назначения.

Раздел 3. Частотный анализ разветвленных ЭЦ с несколькими реактивными элементами одного характера

Анализ разветвленных электрических цепей с несколькими реактивными элементами одного характера, широко используемые в электронике для выполнения различных функций: фазирующие цепочки, полосовой и режекторный фильтры, частотно-компенсированный делитель (неискажающая цепь). Определение основных частотных параметров и характеристик, рекомендации по проектированию.

Темы лекций:

1. Неискажающие цепи (частотно-компенсированный делитель). Фазирующие RC -цепи.
2. Частотно-избирательные цепи нерезонансного типа: полосовой фильтр, мост Вина-Робинсона, двойной Т-образный мост: принцип действия, частотные характеристики, основные параметры, области применения.

Темы практических занятий:

1. Основы проектирования реальных ЭЦ конкретного назначения. Выбор номинальных значений параметров элементов с учетом внутреннего сопротивления источника входного сигнала R_{Γ} , сопротивления нагрузки $R_{\text{н}}$, а также паразитных емкостей и индуктивностей ЭЦ.
2. Пример проектирования неискажающей цепи (частотно-компенсированный делитель).

Названия лабораторных работ:

3. Частотный анализ пассивных цепей: полосовой фильтр (ПФ), режекторный фильтр (РФ), фазирующие RC -цепи.

Раздел 4. Частотно-избирательные цепи на основе колебательных контуров

Частотно-избирательные цепи резонансного типа на основе последовательного и параллельного колебательных контуров. Частотный анализ колебательных контуров различного типа, основные параметры и характеристики, рекомендации по практическому применению.

Темы лекций:

1. Частотно-избирательные цепи резонансного типа на основе колебательных контуров (КК): определение, виды контуров. Частотный анализ последовательного КК, резонанс напряжений, частотно-избирательные свойства.
2. Параллельный колебательный контур: определение, виды под схем, физический и математический анализ цепи в частотной области, понятие о резонансе тока, входные и передаточные частотные характеристики параллельного КК.

Темы практических занятий:

1. Решение задач и выполнение заданий на тему: последовательный колебательный контур.
2. Решение задач и выполнение заданий на тему: параллельный колебательный контур.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование последовательного и параллельного колебательных контуров.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий, оформление отчетов по лабораторным работам;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Выполнение курсового проекта;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Батура, М. П. Теория электрических цепей : учебник / М. П. Батура, А. П. Кузнецов, А. П. Курулёв. — Минск : Вышэйшая школа, 2015. — 608 с. — ISBN 978-985-06-2562-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75129>
2. Соболев, В. Н. Теория электрических цепей: Учебное пособие для вузов/Соболев В. Н. - Москва : Гор. линия-Телеком, 2014. - 502 с. (Специальность) ISBN 978-5-9912-0342-5, 1000 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/465730>
3. Смирнов, Н.И. Теория электрических цепей: конспект лекций : учеб. пособие для вузов / Н.И. Смирнов, В.В. Фриск. — Москва : Горячая линия - Телеком, 2018. - 270 с. - ISBN 978-5-9912-0573-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1040264>

4. Малинин, Л. И. Теория электрических цепей : учебное пособие для среднего профессионального образования / Л. И. Малинин, В. Ю. Нейман. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 346 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04320-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/415902>

Дополнительная литература

1. Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов. — М.: Альянс, 2008. — 496 с.
2. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника: Учеб. для вузов. — М.: КНОРУС, 2013. — 800 с.: ил.
3. Лачин В.И., Савёлов Н.С. Электроника: Учебное пособие. — Изд. 8-е. — Ростов н/Д: Феникс, 2010. — 703 с.
4. Электроника. Элементная база, аналоговые и цифровые функциональные устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. М. Фомичев, В. М. Сергеев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.24 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.
5. Жеребцов, Иван Петрович. Основы электроники / И. П. Жеребцов. — 5-е изд., перераб.и доп.. — Ленинград: Энергоатомиздат, 1989. — 352 с.: ил.. — Библиогр.: с. 348-349.. — ISBN 5-283-04448-3.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. <http://ibooks.ru> – электронно-библиотечная система
2. <http://www.nelbook.ru> – электронная библиотека издательского дома Московского энергетического института
3. <https://tpu.bibliotech.ru> – электронно-библиотечная система
4. <http://znanium.com> - электронно-библиотечная система
5. <http://radio-hobby.org/modules/instruction/page.php?id=795> – условные графические обозначения в электрических схемах
6. <http://hightolow.ru> – устройство и принцип работы электронных компонентов
7. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных НТБ - <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Zoom Zoom; NI Multisim (серверная версия)

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634050, Томская область, г.	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 112 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.

	Томск, Ленина проспект, д. 30 310	
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 46	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 47	Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 107	Осциллограф GOS-620 - 10 шт.; Генератор АКПП -3408/1 - 4 шт.; Генератор АКПП-3408/1 - 6 шт.; Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Стол письменный - 6 шт.; Компьютер - 3 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, специализация Биомедицинская инженерия (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Огородников Д. Н.
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Нам И.Ф.

Программа одобрена на заседании Отделения электронной инженерии ИШНКБ (протокол от «07» июня 2018 г. № 6).

Зав. кафедрой – руководитель отделения
на правах кафедры,
к.т.н.

П.Ф. Баранов

подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭИ ИШНКБ (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Изменена система оценивания	От 29.08.2018 г. № 8
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	От 28.06.2019 г. № 19
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	От 01.09.2020 г. № 37