

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

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан физического факультета

  
С.Н. Филимонов

«15» апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

**Мощная импульсная техника**

по направлению подготовки

**03.03.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Фундаментальная физика»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2021**

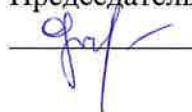
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.03.09

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

  
О.Н. Чайковская

Председатель УМК

  
О.М. Сюзина

Томск – 2021

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
- ПК-1. Способен проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИОПК-2.2. Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные выводы по результатам исследования
- ИПК 1.1 Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Формирование у слушателя целостных представлений о физических основах современной импульсной техники.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине** Семестр 7, зачет.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Общая физика, математический анализ, методы математической физики.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа, из которых:

- лекции: 16 ч.;
- практические занятия: 16 ч.;
- в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Введение. Накопители энергии. Методы анализа импульсных процессов.

Проблемы управляемого инерциального термоядерного синтеза. Кулоновский барьер. Механические накопители, маховики. Емкостные и индуктивные накопители. Химические накопители. Взрывчатые вещества. Ограничения по плотности запасаемой энергии. Сравнение различных накопителей. Методы анализа импульсных процессов.

Расчет электрических цепей. Закон Ома. Законы Кирхгофа. Метод характеристического уравнения. Метод преобразования Лапласа. Метод интеграла Дюамеля.

Тема 2. Процессы накопления и вывода энергии.

Зарядка емкостных и индуктивных накопителей. Резистивная зарядка емкостного накопителя. Индуктивная зарядка емкостного накопителя. Зарядка индуктивного накопителя. Добротность колебательного контура. Периодический и аperiodический процессы. Вывод энергии из емкостных и индуктивных накопителей энергии. Вывод энергии из емкостного накопителя, активная и емкостная нагрузка. Вывод энергии из индуктивного накопителя, активная нагрузка.

Тема 3. Методы преобразования токов и напряжений.

Импульсные трансформаторы. Трансформатор Тесла. Индуктивность намагничивания и индуктивность рассеяния. Трансформация монополярных импульсов. Насыщение ферромагнитного материала. Магнитные ключи и магнитные компрессоры. Генераторы Маркса. Линейные трансформаторы.

Тема 4. Волны в передающих линиях.

Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца. Мембранные функции. ТЕ и ТМ волны. Главная (ТЕМ) волна. Волны в коаксиальной и полосковой линиях. Телеграфное уравнение. Искусственные линии. Волновое сопротивление. Закон дисперсии. Поток энергии. Сохранение потока энергии в передающей линии. Коэффициенты отражения. Формирующие и передающие линии.

Тема 5. Экспериментальные методы диагностики.

Методы измерений импульсного тока и напряжения. Емкостные и активные делители. Шунт и пояс Роговского, магнитные зонды.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится по средствам промежуточного тестирования и самостоятельного решения задач.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

**Зачет в 7 семестре** проводится в письменной форме по экзаменационным билетам.

Результаты зачета определяются оценкой «зачтено» исходя из результатов ответов на зачете. Слушатель допускается к зачету после успешного выполнения всех промежуточных заданий курса.

Экзаменационный билет состоит из двух частей.

Первая часть представляет собой тест из 2-х основных вопросов, проверяющих сформированность компетенции ОПК 1 в соответствии с индикатором ИОПК 1.1. Ответы даются в развернутой форме, включая практические задачи.

Вторая часть содержит 2 дополнительных вопроса из списка контрольных вопросов по курсу, проверяющих соответствие индикатору достижения компетенции ИОПК 1.1. Ответ на вопрос второй части дается в краткой форме.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=25845>

Перечень вопросов, выносимых на зачет.

1. Емкостные и индуктивные накопители.
2. Сравнение различных накопителей энергии.

3. Закон Ома. Законы Кирхгоффа.
4. Методы анализа импульсных процессов.
5. Резистивная зарядка емкостного накопителя. Зарядка индуктивного накопителя.
6. Вывод энергии из индуктивного накопителя, активная нагрузка.
7. Импульсные трансформаторы. Трансформатор Тесла.
8. Трансформатор Тесла с большим коэффициентом связи. Индуктивность намагничивания и индуктивность рассеяния.
9. Магнитные ключи и магнитные компрессоры.
10. Генераторы Маркса.
11. Линейные трансформаторы напряжения и тока.
12. ЭМ волны в передающих линиях. Волновое уравнение.
13. ТЕ и ТМ волны. Дисперсия
14. Главная (ТЕМ) волна.
15. Формирующие и передающие линии.
16. Емкостные и активные делители напряжения.

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студента включает:

- углубленное теоретическое изучение разделов курса при подготовке к лекционным и практическим занятиям;
- подготовку к обсуждению материала, в том числе самостоятельный поиск необходимых источников информации, включая научно-образовательные ресурсы сети Интернет;
- подготовку к зачету.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц. Электродинамика сплошных сред. – М.: «Наука». – 1982.
2. И.Е. Тамм. Основы теории электричества. – М.: «Наука». – 1976.
3. Г.А. Месяц. Генерирование мощных наносекундных импульсов. – М.: «Советское радио». – 1974.
4. В.В. Кремнев, Г. А. Месяц. Методы умножения и трансформации импульсов в сильноточной электронике. – Новосибирск: «Наука». – 1987.
5. Ю.Н. Ерофеев. Основы импульсной техники. – М.: «Высшая школа». – 1979.

б) дополнительная литература:

1. И.С. Гоноровский. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: «Советское радио». – 1963.
2. Л.А. Меерович, И.М. Ватин, Э.Ф. Зайцев, В.М. Кандыкин. Магнитные генераторы импульсов. – М. «Советское радио». – 1968.
3. Г.А. Месяц, И.В. Пегель Введение в наносекундную импульсную энергетику и электронику. – М.: ФИАН. – 2009.

## **13. Перечень информационных технологий**

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 On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook); системы компьютерной вёрстки LaTeX;
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения 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.

#### **15. Информация о разработчиках**

Припутнев Павел Владимирович, ассистент кафедры Физики плазмы НИ ТГУ, научный сотрудник Лаборатории нелинейных электродинамических систем ИСЭ СО РАН.