

волн позволило значительно увеличить число телевизионных каналов. Далее последовала очередь СВЧ-излучения (сантиметровые и миллиметровые волны), интенсивно осваемого по настоящее время, например, создание 4G и 5G сетей мобильной связи. Существенно, что электрические цепи в этом частотном диапазоне являются цепями с распределенными параметрами.

Максвелл положил, что свет является электромагнитным излучением. Это к концу 19 столетия было однозначно экспериментально подтверждено. К этому времени уже была развита оптическая спектроскопия, было открыто существование инфракрасного (ИК, У. Гершель, 1800 г.) и ультрафиолетового (УФ, И. В. Риттер, 1801 г.) излучения. Инфракрасное (тепловое) излучение – электромагнитное излучение, которое по шкале длин волн простирается от $\sim 0,75$ мкм (граница с видимым диапазоном) до сотен микрометров (дальний инфракрасный диапазон). С увеличением длины волны возрастают сложности в детектировании ИК-излучения. Достаточно эффективные фотоприемники для дальнего ИК диапазона появились только в последние десятилетия [1].

Между описанными выше областями находится терагерцовый диапазон (ТГД) с частотами в интервале от 0,1 до 10 ТГц (по длинам волн от 3 до 0,03 мм, в связи с чем называется также субмиллиметровым). Сложность работы в этом диапазоне частот связана с так называемой «терагерцовой ямой»: мощность источников излучения падает при приближении к этой области как со стороны радиочастот, так и со стороны ИК диапазона. По закону смещения Вина тепловое излучение в ТГД соответствует температурам 1–100 К. Энергетическая светимость тел с такой температурой согласно закону Стефана–Больцмана крайне низкая. Вместе с тем огромное количество объектов во Вселенной имеют температуру в указанном интервале.

Освоение терагерцового диапазона актуально в областях астрономии и астрофизики, для создания систем радиовидения, систем безопасности, навигации, пассивной локации, экологического мониторинга. В медицине терагерцовое излучение используется в томографии и для воздействия на раковые клетки [2]. До недавнего времени в качестве приемников в ТГД использовались только диоды с барьером Шоттки в весьма энергозатратных схемах. Сейчас используют микроболометры на Bi , VO_x , и особенно на Nb , пирозлектрики. Наиболее эффективными являются ячейки Голея [3]. Для разных целей в качестве излучателей в ТГД используют лампу обратной волны, оротрон, гиротрон, лазер на свободных электронах [2]. На наш взгляд, перспективными излучателями являются генераторы на диодах Ганна и квантово-каскадные лазеры.

Литература

1. Михеев, С. В. Основы инфракрасной техники. – СПб.: Университет ИТМО, 2017. – 127 с.
2. Григорьев, А. Д. Терагерцовая электроника / А. Д. Григорьев. – М.: Физматлит, 2020. – 305 с.
3. Гибин, И. С. Приемники излучения терагерцового диапазона (обзор). / И. С. Гибин, П. Е. Котляр // Успехи прикладной физики. – 2018. – Т. 6, № 2. – С. 117–129.

УДК 004.94

ПРИЛОЖЕНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛОВ

Студент гр. 11302123 Маковская В. М.

Кандидат техн. наук, доцент Бокуть Л. В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Эллиптические интегралы – класс специальных функций, которые появляются при вычислении интегралов, включающих эллиптические кривые. Эллиптическими интегралами в общем случае называются интегралы вида

$$\int (x, \sqrt{R}) dx, \quad (1)$$

где R – рациональная функция.

Интегралы подобного вида Адриен Мари Лежандр привел к трем родам канонических интегралов: а именно, к эллиптическим интегралам первого, второго и третьего рода.

Эллиптические интегралы применяются в физике, инженерии, аналитической геометрии, небесной механике, электромагнетизме и теории чисел. В практическом применении эллиптические интегралы используются для определения траектории орбиты планеты, вычисления пе-

рода математического маятника, решения задач в электромагнетизме, проектировании электрических цепей, антенн и спутниковых орбит.

Рассмотрим подробнее вопрос нахождения периода математического маятника с помощью эллиптического интеграла. Запишем уравнение полной энергии для математического маятника, если m – масса материальной точки, l – длина нити, θ – угол отклонения от положения равновесия:

$$\frac{1}{2}ml^2(\theta'(t))^2 - mgl(\cos\theta - \cos\theta_0) = 0. \quad (2)$$

В таком случае с помощью преобразований ($0 < \alpha < \pi$):

$$t = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{l}{g}} \int_{-\alpha}^{\alpha} \frac{1}{\sqrt{\sin^2 \frac{\theta_0}{2} - \sin^2 \frac{\theta}{2}}} d\theta. \quad (3)$$

Введем замену $\sin \frac{\theta}{2} = U \sin \frac{\theta_0}{2}$ и получим:

$$T = 4 \sqrt{\frac{l}{g}} \int_0^1 \frac{du}{(1-u^2)(1-u^2 \sin^2 \frac{\theta_0}{2})} = 4 \sqrt{\frac{l}{g}} E(k), \text{ при } k = \sin \frac{\theta_0}{2}. \quad (4)$$

Период математического маятника выражен с помощью эллиптического интеграла первого рода, причем период не зависит от угла максимального отклонения θ_0 . Эллиптический интеграл первого рода также применяется для описания движения регулятора Уатта, движения гироскопа и для расчета траектории движения сферического маятника.

Эллиптические кривые используются для многоуровневого шифрования. После шифрования файлов и папок симметричным алгоритмом AES, скрывают ключ, использованный на предыдущем шаге, ассиметричным алгоритмом на базе эллиптических кривых.

Эллиптические интегралы находят применение в механике для исследования износа трущихся поверхностей вращающихся дисков, напряженно-деформированного состояния гибкого консольного стержня, нагруженного следящей поперечной силой, свободных колебаний балок из физически нелинейного материала [1]. Данные интегралы также используются при исследовании электромагнетизма. Например, для создания модели электромагнитного излучателя на основе потока одиночных электронов внутри изогнутой углеродной нанотрубки (для вычисления длины кривой, которую представляет собой нанотрубка).

Литература

1. Акимов, В. А. Исследование износа трущихся поверхностей вращающихся дисков / В. А. Акимов // Машиностроение: Республиканский межведомственный сб. научн. трудов / БНТУ; редкол.: И. П. Филонов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Технопринт, 2003. – Вып. 19. – С. 579–584.

УДК 519.25

АНАЛИЗ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПСФ В 2022–2023 УЧЕБНОМ ГОДУ

Студент гр. 11303123 Максименко А. П.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н., магистр пед. наук Кондратьева Н. А.
Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Профориентация очень важна, потому что помогает абитуриентам правильно выбирать направление для своего будущего профессионального развития. Это помогает им лучше понять свои сильные и слабые стороны, интересы и цели, и принимать более обоснованные решения относительно своей будущей карьеры. Профориентация также помогает абитуриентам избежать ошибок при выборе специальности и профилизации, а также установить для себя путь, который соответствует их навыкам, умениям и желаниям.

Студенты и преподаватели приборостроительного факультета посетили множество школ, гимназий и колледжей по всей стране. Наибольшее количество мероприятий было проведено в городе Минске (рис. 1), но, следует отметить, что были охвачены все области Беларуси – встречи с абитуриентами прошли в СШ № 1 и СШ № 4 города Осиповичи, СШ № 6 города Калинковичи, СШ а. г. Дворец, СШ № 3 города Березы, Малечском учебно-педагогический комплекс,