

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»  
Инженерно-физический факультет высоких технологий

Кафедра радиофизики и электроники

Сабитов О. Ю.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В КВАНТОВОЙ ОПТИКЕ»**

Ульяновск 2018

Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «**Численные методы в квантовой оптике**» / составитель: О. Ю. Сабитов.- Ульяновск: УлГУ, 2018.

Настоящие методические указания предназначены для студентов направления подготовки бакалавриата 03.03.03 «Радиофизика», изучающих дисциплину «Численные методы в квантовой оптике». В работе приведены литература по дисциплине, основные темы курса и вопросы в рамках каждой темы, рекомендации по изучению теоретического материала, контрольные вопросы для самоконтроля и тесты для самостоятельной работы.

Студентам они будут полезны при подготовке к практическим занятиям, а также к зачету по данной дисциплине. Рекомендованы к использованию ученым советом Инженерно-физического факультета высоких технологий УлГУ, протокол №11 от « 19» июня 2018 г.

## 1. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

1. Численные методы : учебник и практикум для академического бакалавриата / У. Г. Пирумов [и др.] ; под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 421 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03141-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/402529>
2. Бунин, М. А. Maple для студентов физиков. Часть 1 : учебное пособие / М. А. Бунин. — Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2015. — 231 с. — ISBN 978-5-9275-1893-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78658.html>
3. Назаров, В. В. Применение пакета Mathcad в задачах оптики лазеров : учебное пособие / В. В. Назаров, В. Ю. Храмов. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 66 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67582.html>
4. Н. Т. Гурин, О. Ю. Сабитов. Влияние формы возбуждающего напряжения на яркость свечения тонкопленочных электролюминесцентных излучателей // Журнал технической физики, 1999, том 69, выпуск 2, с.64-69. <http://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/35976>

## 2.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1. Понятие о численных методах решения уравнений.

#### Основные вопросы темы:

1. Суть математического моделирования физических процессов [1, с.4-6].
2. Применение численных методов для решения дифференциальных уравнений квантовой оптики [1, с. 125-130].

#### Контрольные вопросы:

1. Математическое моделирование: преимущества теории и эксперимента.
2. Дискретное представление дифференциального уравнения. Переход к системе алгебраических уравнений.
3. Методы численного интегрирования. Метод трапеций, метод прямоугольников. Выбор шага разбиения.

#### Вопросы для самостоятельной работы:

1. Назовите преимущества и недостатки математического моделирования по сравнению с экспериментом
2. В чем заключается дискретное представление дифференциального уравнения?
3. Как осуществить переход от системы дифференциальных уравнений к системе алгебраических уравнений?

4. Какие задачи квантовой оптики можно решать численными методами?
5. По каким критериям осуществляется выбор шага разбиения?
6. Сформулируйте выводы.

## **Тема 2. Численные методы решения нелинейных уравнений в системе Maple или Mathcad.**

### **Основные вопросы темы:**

1. Возможности системы Maple или Mathcad для решения уравнений численными методами [2, с.166-169, 3].
2. Выбор метода решения численным методом в системе Maple или Mathcad [2, с.169-178, 3].

### Контрольные вопросы:

1. Какой командой осуществляется решение дифференциальных уравнений в системах Maple или Mathcad?
2. Как осуществляется выбор метода решения численным методом в системе Maple или Mathcad?

### Вопросы для самостоятельной работы:

1. Какие возможности имеет система Maple или Mathcad для решения дифференциальных уравнений численными методами?
2. Как осуществляется выбор численного метода решения дифференциальных уравнений в системе Maple или Mathcad?
3. Как осуществляется вывод результатов численного решения дифференциальных уравнений в системе Maple или Mathcad?
4. Как строятся графики решений численного решения дифференциальных уравнений в системе Maple или Mathcad?

### Задания для самостоятельной работы:

1. Запишите команду системы Maple или Mathcad для решения дифференциальных уравнений.
2. Какой командой осуществляется выбор численного метода решения дифференциальных уравнений в системе Maple или Mathcad?
3. Выведите результат решения дифференциальных уравнений в системе Maple или Mathcad в виде графика с помощью команды plot.
4. Сформулируйте выводы.

### **Тема 3. Решение нелинейных дифференциальных уравнений квантовой оптики**

#### **Основные вопросы темы:**

1. Уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции общего вида [4,с.64].
2. Физический смысл параметров этого уравнения кинетики [4, с.65-67]

#### Контрольные вопросы:

1. Уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции общего вида. Физический смысл параметров этого уравнения.
2. Уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для напряжения возбуждения пилообразной формы. Вид решения данного уравнения

#### Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что представляет собой уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции общего вида?
2. Какой вид имеет уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для напряжения возбуждения пилообразной формы? Что представляет собой решение данного уравнения?
3. Какой вид имеет уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для напряжения возбуждения трапецидальной формы? Что представляет собой решение данного уравнения?

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Введите в программу коэффициенты уравнения кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции.
2. Введите уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции с параметрами, заданные преподавателем.
3. Получите решение уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для линейно изменяющегося напряжения возбуждения с параметрами, заданные преподавателем.

4. Получите решение уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для напряжения возбуждения трапецеидальной формы с параметрами, заданные преподавателем.
5. Сформулируйте выводы.

#### **Тема 4. Численное решение уравнения кинетики люминесценции с экспоненциальными коэффициентами**

##### **Основные вопросы темы:**

1. Уравнение кинетики возбужденных центров свечения при возбуждении предпробойной электролюминесценции напряжением с экспоненциальным фронтом [4, с.67].
2. Вид решения уравнение кинетики возбужденных центров свечения при возбуждении предпробойной электролюминесценции напряжением с экспоненциальным фронтом [4, с.67]

##### **Контрольные вопросы:**

1. Уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для напряжения возбуждения экспоненциальной формы.
2. Напряжение возбуждения типа меандр.
3. Вид решения уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для напряжения возбуждения экспоненциальной формы

##### **Вопросы для самостоятельной работы:**

1. Какой вид имеет уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для напряжения возбуждения экспоненциальной формы?
2. Можно ли использовать экспоненциальную форму для представления напряжения возбуждения типа меандр?
3. Что представляет собой решение данного уравнения?

##### **Задания для самостоятельной работы:**

1. Введите уравнение кинетики возбужденных центров свечения при возбуждении предпробойной люминесценции напряжением с экспоненциальным фронтом с параметрами, заданные преподавателем.

2. Получите решение уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для напряжения возбуждения экспоненциальным фронтом с параметрами, заданные преподавателем.
3. Сформулируйте выводы.

## **Тема 5. Численное решение уравнения кинетики люминесценции с периодическими (гармоническими) коэффициентами**

### **Основные вопросы темы:**

1. Уравнение кинетики возбужденных центров свечения при возбуждении предпробойной электролюминесценции гармоническим периодическим напряжением [4, с.68].
2. Вид решения уравнение кинетики возбужденных центров свечения при возбуждении предпробойной электролюминесценции гармоническим периодическим напряжением [4, с.68]

### **Контрольные вопросы:**

1. Уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для напряжения возбуждения гармонической формы.
2. Вид решения уравнения кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для напряжения возбуждения гармонической формы.
3. Сравнение результатов решения уравнений различными численными методами интегрирования

### **Вопросы для самостоятельной работы:**

1. Какой вид имеет уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для напряжения возбуждения гармонической формы?
2. Что представляет собой решение данного уравнения?
3. Как влияет частота периодического гармонического напряжения на характер волн яркости излучения?

Задания для самостоятельной работы:

1. Введите уравнение кинетики возбужденных центров свечения при возбуждении предпробойной люминесценции гармоническим напряжением с параметрами, заданные преподавателем.
2. Получите решение уравнение кинетики возбужденных центров свечения при предпробойной люминесценции для гармонического напряжения возбуждения с параметрами, заданные преподавателем.
3. Проведите сравнение результатов решения уравнение кинетики возбужденных центров свечения при возбуждении предпробойной люминесценции различными численными методами.
4. Сформулируйте выводы.







