

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

Кафедра физики

М.В. Головкина

## **ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ФОТОНИКИ И ОПТОИНФОРМАТИКИ**

Методические указания к практическим занятиям

Самара - 2017

ББК 22.37  
Г24  
УДК 539.21

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ, протокол № 43 от 10.03.2017 г.

**Головкина, М.В. История и методология фотоники и оптоинформатики: Методические указания к практическим занятиям / М.В. Головкина. –Самара: ПГУТИ, 2017. - 20 с.**

Методические указания к практическим занятиям рассчитаны на магистрантов первого года обучения направления 12.04.03 "Фотоника и оптоинформатика" и разработан в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика (уровень магистратуры) от 30.11.2014.

Для магистрантов, аспирантов, изучающих вопросы оптической связи, а также для инженерно-технических работников.

© Головкина М.В., 2017

## Содержание

Введение.....	4
Раздел 1. Развитие современных представлений о науке и методика научного исследования .....	5
Практическое занятие 1 .....	5
Практическое занятие 2-3 .....	5
Раздел 2. Логико-методологические аспекты фотоники .....	6
Практическое занятие 4-5. Наука. Проблема демаркации. Роль парадигм .....	6
Практическое занятие 6-7. Методология научного познания .....	7
Практическое занятие 8-9. Методология научного познания. ....	7
Практическое занятие 10-11. Методология конструирования устройств фотоники и оптоинформатики .....	8
Раздел 3. Социально-культурные аспекты фотоники и оптоинформатики .....	9
Практическое занятие 12. Этика науки .....	12
Практическое занятие 13-14 .....	10
Практическое занятие 15. История фотоники в хронологической последовательности.....	10
Практическое занятие 16-18. История создания лазера.....	11
Практическое занятие 19. Создание п/п лазера .....	12
Практическое занятие 20-21. История возникновения нанотехнологий. Метаматериалы .....	12
Практическое занятие 22. Вклад российских ученых .....	13
Список литературы.....	15
Глоссарий .....	16

## **Введение**

Методические указания к практическим занятиям по курсу «История и методология фотоники и оптоинформатики», рассчитаны на магистрантов, обучающихся в рамках магистерской программы по направлению «Фотоника и оптоинформатика». Практические занятия по данной дисциплине помогают более полно усвоить теоретический материал, посвященный методологическим аспектам фотоники и оптоинформатики, а также истории развития фотоники и оптоинформатики и вкладу советских и российских ученых в их развитие.

## **Раздел 1. Развитие современных представлений о науке и методика научного исследования**

### **Практическое занятие 1**

1. Необходимо изучить материалы лекции по теме "Что такое наука"
2. Написать научное эссе.

План эссе.

1. Введение. Цель и задачи написания данного конкретного научного эссе. (Пожалуйста, цель опишите самостоятельно, как вы ее лично понимаете.)
2. Основная часть.  
Конкретные примеры, которые вы считаете подходящими к вашему эссе. Можно вставлять рисунки (по желанию).
3. Заключение. В заключении делаются выводы, подчеркивается важность изучения данной темы для автора эссе.
4. Литература (не менее 4 ссылок, оформленных по ГОСТ).

Темы научного эссе:

1. Что такое фотоника?
2. Что такое нанопотоника?
3. Тема по заданию преподавателя.

### **Практическое занятие 2-3**

#### **Роль науки в современном обществе**

Вопросы для обсуждения на практическом занятии:

1. Что такое научная революция?
2. Назовите революции классического естествознания.
3. Что такое научно-техническая революция?
4. Назовите основные направления современного этапа научно-технической революции.

5. Назовите три волны в развитии научно-технического прогресса.
6. Как научные знания влияют на мировоззрение людей?
7. Что такое "технологическая" революция?
8. В чем состоит так называемый кризис современной инженерии?
9. Что такое проектный подход?
10. Какие последствия информатизации общества вы можете назвать?

## **Раздел 2. Логико-методологические аспекты фотоники**

### **Практическое занятие 4-5**

#### **Наука. Проблема демаркации. Роль парадигм**

Вопросы для обсуждения на практическом занятии:

1. Что такое наука?
2. В чем заключается цель науки?
3. Назовите задачи, которые решает наука.
4. Каковы функции науки?
5. Что такое истина?
6. Назовите особенности истинного знания.
7. Что такое фотоника?
8. Какова роль достижений фотоники?
9. Что такое логика?
10. Что такое методология?
11. Что такое методология науки?
12. В чем заключается предмет изучения методологии фотоники?
13. В чем заключается проблема демаркации науки?
14. Что такое верификация?
15. Что такое фальсифицируемость по Попперу?
16. Что такое парадигма?
17. Назовите дополнительные признаки науки по Т. Куну

## **Практическое занятие 6-7**

### **Методология научного познания**

Вопросы для обсуждения на практическом занятии:

1. Назовите методы научного познания.
2. Назовите эмпирические методы познания.
3. Назовите теоретические методы познания.
4. Что такое анализ? Синтез?
5. Охарактеризуйте сущность методов индукции и дедукции.
6. Назовите три вида объектов
7. Каковы задачи эмпирического уровня познания?
8. Что такое научная теория?
9. Какие объекты рассматриваются в познании на теоретическом уровне?

## **Практическое занятие 8-9**

### **Методология научного познания. Моделирование.**

### **Компьютерное моделирование**

Вопросы для обсуждения на практическом занятии:

1. В чем заключается сущность метода моделирования?
2. Что такое модель?
3. Назовите виды моделей.
4. Охарактеризуйте особенности компьютерного моделирования.
5. Назовите программы компьютерного моделирования для решения задач фотоники.

## **Практическое занятие 10-11**

### **Методология конструирования устройств фотоники и оптоинформатики**

Изучить лекцию по методологии и методам научного познания.

Изучить книгу: Шехонин, А. А. Методология проектирования оптических приборов: учеб. пособие / А. А. Шехонин, В. М. Домненко, О. А. Гаврилина . СПб: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2006. 91 с.

#### **Задание 1**

Вы работаете на крупном наукоемком производстве, имеющем в своем составе научно –исследовательское подразделение и любое научное оборудование. Нужно организовать процесс конструирования новой продукции (на данном этапе нужно изготовить единичный экземпляр). Составьте все необходимые для этого документы (это будут черновики и наброски документов, на предварительном этапе выполненные еще не по форме. Главное - содержание).

а) все документы должны быть (начиная с технического задания).

б) все, должно быть понятно описано.

Проявите фантазию и знания вашего конкретного изделия. Описывайте конкретные материалы, которые будет использоваться в вашем устройстве. И конкретные приборы. И конкретные способы изготовления. Воспользуйтесь Интернетом.

#### **Вводные данные для выполнения задания 1.**

Этап научно-исследовательских работ (и теоретических, и экспериментальных) успешно закончен. Пора воплощать научную мысль в жизнь.

На основе проведенных НИР необходимо создать интегральную схему, содержащую новый компонент или просто новый компонент для интегральной схемы. Новый компонент, это:



1. Тонкопленочное устройство со сверхпроводящими слоями. Возможно, это усилитель или фильтр, параметрами которого можно управлять. Требуется охлаждения до азотных температур
2. Тонкопленочное слоистое устройство со слоями из композитного материала, содержащего золотые или серебряные включения. Возможно, это фильтр
3. Тонкопленочное слоистое устройство или двухмерный фотонный кристалл с нанотверстиями. Возможно, это фильтр.
4. Тонкопленочное устройство, поверхность которого модифицирована лазерным излучением. Модифицированная поверхность строго организована (на ней получились наноканавки или наноямки, расположенные строго упорядоченно). Скорее всего, устройство слоистое. Возможно, это замедляющее устройство. Или фильтр. Или переключатель.
5. Тонкопленочное устройство на основе новейшей гетероструктуры. Возможно, это фотодиод. Или фильтр.
6. Согласуйте ваш компонент с преподавателем.

### **Раздел 3. Социально-культурные аспекты фотоники и оптоинформатики**

#### **Практическое занятие 12**

##### **Этика науки**

Вопросы для обсуждения на практическом занятии:

1. Что изучает этика науки?
2. В чем заключается основной вопрос этики науки?
3. В чем заключается тезис ценностной нейтральности науки?
4. Что такое парадигма?

5. В чем заключается этика современного ученого?
6. В чем заключается ответственность ученого перед обществом?
7. Назовите принципы, на которых базируется социальная ответственность ученых.

### **Практическое занятие 13-14**

- 1) Прочитать статьи про медленный свет:  
<http://elementy.ru/lib/430577>  
<http://www.physmech.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=502>  
[http://www.photonics.su/files/article\\_pdf/2/article\\_2656\\_709.pdf](http://www.photonics.su/files/article_pdf/2/article_2656_709.pdf)
- 2) Провести под руководством преподавателя дискуссию по теме «Медленный свет. Возможно ли это?»
- 3) Записать в тетради, какие принципы ведения спора использовались в дискуссии (конкретно с указанием аргументов и их авторов).

### **Раздел 4. История фотоники и оптоинформатики.**

#### **Практическое занятие 15**

#### **История фотоники в хронологической последовательности**

Вопросы для обсуждения на практическом занятии:

1. Что такое фотоника?
2. Когда появился термин фотоника? Кто предложил этот термин?
3. Когда началась фотоника как область науки?
4. Какие отрасли входят в фотонику?
5. Кто предложил термин "волоконная оптика"? Когда?

6. Когда был создан первый полупроводниковый лазер, работавший при азотных температурах? Кем?
7. Когда был создан первый полупроводниковый лазер, работавший при комнатных температурах? Кем?
8. Когда были созданы оптические волокна с малым затуханием?

## **Раздел 5. История создания элементов фотоники**

### **Практическое занятие 16-18**

#### **История создания лазера**

Вопросы для обсуждения на практическом занятии:

1. Кто создал первый мазер?
2. Что такое лазер? Опишите принцип его работы.
3. Когда был продемонстрирован первый лазер на рубине?
4. Кто получил Нобелевскую премию за "создание лазеров"?
5. Назовите ученых, работы которых предшествовали и способствовали созданию лазера.
6. Охарактеризуйте вклад В. Фабриканта в создание теории усиления электромагнитных волн.
7. Когда был продемонстрирован первый гелий-неоновый лазер?
8. Охарактеризуйте вклад Басова и Прохорова в создание лазера.
9. Биография Прохорова.
10. Биография Басова.
11. Назовите ученых, которые вели работы по исследованию усиления электромагнитных волн.
12. Перечислите сферы научной деятельности Прохорова.
13. Назовите сферы научной деятельности Басова.

14. Как работал молекулярный генератор Басова и Прохорова?

### **Практическое занятие 19**

#### **Создание полупроводникового лазера на двойной гетероструктуре**

Вопросы для обсуждения на практическом занятии:

1. Когда была изобретена первая интегральная схема? Кем? Какие предпосылки способствовали изобретению интегральной схемы?
2. Когда был изобретен первый транзистор?
3. Назовите работы советских ученых середины 20 века, внесших вклад в развитие полупроводниковой электроники.
4. Биография Ж.И. Алферова.
5. Когда Алферов создал первый полупроводниковый лазер на двойной гетероструктуре, работавший при комнатной температуре?
6. Перечислите преимущества двойной гетероструктуры.
7. Чем отличается излучение полупроводникового лазера и полупроводникового светодиода?
8. Когда Алферов получил Нобелевскую премию за создание полупроводникового лазера?
9. Перечислите перспективы развития полупроводниковой электроники.

### **Практическое занятие 20-21**

#### **История возникновения нанотехнологий. Метаматериалы**

Вопросы для обсуждения на практическом занятии:

1. Что такое метаматериалы?

2. Когда были созданы первые искусственные среды для манипулирования электромагнитными волнами? Для какого диапазона?
3. Какой вклад внес Д. Боше в развитие науки о распространении электромагнитных волн?
4. Опишите вклад С. Щелкунова в развитие современных метаматериалов.
5. Что такое среды с отрицательным показателем преломления?
6. Кто впервые развил электродинамику сред с отрицательным показателем преломления?
7. Назовите сферы научной деятельности В.Г. Веселаго.
8. Какие награды получили В.Г. Веселаго?
9. Когда были впервые экспериментально продемонстрированы среды с отрицательным показателем преломления? Кем?
10. Что такое супер-линза?
11. Кто внес большой теоретический вклад в исследование сред с отрицательным показателем преломления?
12. Назовите фамилии исследователей метаматериалов.
13. Назовите перспективы использования метаматериалов.

## **Практическое занятие 22**

### **Вклад российских ученых в развитие фотоники и нанотехнологий**

Вопросы для обсуждения на практическом занятии:

1. Вклад Басова и Прохорова в создание лазеров.
2. Вклад Ж.И. Алферова в создание двойной гетероструктуры и полупроводникового лазера.
3. Вклад В.Г. Веселаго в создание метаматериалов.
4. Вклад Шалаева В.А.
5. Вклад Белова П.А., Ю. Кившаря, Сухорукова А.П., Виноградова А.П. в развитие нанотехнологий и метаматериалов.

## Список литературы

1. Герасимова, И.А. Философия и методология науки. Философские проблемы науки и техники [Текст]: учеб. пособие для магистрантов / И.А. Герасимова. – М., 2014. – 73 с.
2. История развития оптической связи [Электронный ресурс] / Факультет дистанционного обучения (ФДО ТУ-СУР). – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://extusur.net/content/3\\_optika/1\\_4.html](http://extusur.net/content/3_optika/1_4.html), свободный. – Загл. с экрана.
3. Левин А. Забытые отцы лазера [Электронный ресурс] / А. Левин. – Электрон. текстовые дан. – М., 2006. – Режим доступа: <http://www.computerra.ru/terralab/platform/271082/?print=Y>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Канке, В. Основы философии [Текст] / В. Канке. – М.: Логос, 2008. – 288 с.

## Глоссарий

**Верифицируемость** (от лат. *verificare* – доказать истину) - понятие методологии науки, характеризующее возможность установления истинности научных утверждений в результате их эмпирической проверки.

**Знание** - форма существования и систематизации результатов познавательной деятельности человека.

**Лазер** - оптический квантовый генератор - это устройство, преобразующее различные виды энергии (электрическую, световую, химическую и др.) в энергию когерентного электромагнитного излучения оптического диапазона.

**Логика и методология науки** - это дисциплина, которая изучает, что такое наука, в чем состоит специфика научного познания и методов науки, какова структура и функции научного знания, в каком направлении развивается наука.

**Методология** — учение о методах, способах и стратегиях исследования предмета

**Методология (в прикладном смысле)** - это система принципов и подходов, на которые опирается исследователь в ходе получения и разработки знаний в рамках конкретной дисциплины – физики, химии, фотоники и др.

**Методология науки** - в традиционном понимании, - это учение о методах и процедурах научной деятельности

**Моделирование** - процесс создания или выбора модели, ее изучения и применения полученных данных для познания основного объекта.

**Накачка** - процесс создания инверсной населенности путем сообщения энергии усиливающей среде.

**Наука** – это сфера человеческой деятельности, направленная на получение новых знаний о природе, обществе и мышлении.

**Научно-техническая революция** - это одна из стадий или форм научно-технического прогресса. Это коренное преобразование производительных сил на базе превращения науки в непосредственную производительную силу, изменение места и роли человека в производстве.

**Резонатор Фабри-Перо** - представляет собой два плоских зеркала, расположенных параллельно друг другу, между которыми находится усиливающая среда. Резонатор осуществляет квантование частот.

**Фальсифицируемость** (принципиальная опровержимость утверждения, критерий Поппера) - существование методологической возможности опровержения научного утверждения путём постановки того или иного эксперимента, даже если такой эксперимент ещё не был поставлен.