

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Радиофизический факультет
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 № 6

Рабочая программа дисциплины

**Спецпрактикум по компьютерным
технологиям в физике плазмы и оптике**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

«Информационные системы и технологии»

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Спецпрактикум по компьютерным технологиям в физике плазмы и оптике» относится к вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы (ООП) высшего профессионального образования (ВПО) по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» на радиофизическом факультете ННГУ. Дисциплина является элективной и изучается на 4 и 5 годах обучения, в 6, 7 и 8 семестрах.

Целями освоения дисциплины являются:

- Научить студентов основам постановки и проведения физического эксперимента по физике плазмы и оптике с последующим анализом и оценкой полученных результатов;
- Научить применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций, экспериментально изучить основные закономерности, оценить порядки изучаемых величин, определить точность и достоверность полученных результатов;
- Ознакомить с современной измерительной аппаратурой и принципом ее действия; основными принципами автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки физической информации; с основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований, выработать элементы самостоятельности при решении вопросов, связанных с лабораторным практикумом.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| Формируемые компетенции (код компетенции, этап формирования) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций |
|--|--|
| ПК-5 Способность использовать современные инструментальные и вычислительные средства информационных технологий (этап освоения – базовый) | 31 (ПК-5) Знать основное оборудование и принципы его работы для проведения радиофизических исследований: осциллографическое, оптическое, спектральное, измерительное; 32 (ПК-5) Знать основные принципы автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки физической информации; У1 (ПК-5) Уметь измерять основные физические величины, указывая погрешности измерений; У2 (ПК-5) Уметь обрабатывать полученные в ходе эксперимента данные с использованием современных информационных технологий; проводить численные расчеты физических величин при обработке экспериментальных результатов; В1 (ПК-5) Владеть навыками эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования; В2 (ПК-5) Владеть компьютером на уровне опытного пользователя для интерпретации результатов выполненного эксперимента |

3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Спецпрактикум по компьютерным технологиям в физике плазмы и оптике»

Объем дисциплины составляет 7 зачетных единиц, всего 252 часа, из которых 95 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (92 часа – занятия лабораторного типа, в том числе 3 часа - мероприятия текущего контроля успеваемости, 3 часа – мероприятия промежуточной аттестации), 157 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В том числе | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы | | | | |
|---|--------------|--|---------|-------|----------------------|---------|-------|-----------------------|---------|-------|--------------|---------|-------|---|---------|----|--|--|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Типичного Занятия | | | Семинарского Занятия | | | Лабораторного Занятия | | | Всего | | | | | | | |
| | Очное | Очно-заочное | Заочное | Очное | Очно-заочное | Заочное | Очное | Очно-заочное | Заочное | Очное | Очно-заочное | Заочное | Очное | Очно-заочное | Заочное | | | |
| Лабораторная работа 1 (задания первого уровня) | 95 | | | | | | | | | 32 | | | 32 | | | 63 | | |
| В т.ч. текущий контроль | 1 | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | | - | | |
| Промежуточная аттестация - Зачет | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Лабораторная работа 1 (задания второго уровня) | 47 | | | | | | | | | 16 | | | 16 | | | 31 | | |
| В т.ч. текущий контроль | 1 | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | | - | | |
| Промежуточная аттестация - Зачет | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Лабораторная работа 2 | 107 | | | | | | | | | 44 | | | 44 | | | 63 | | |
| В т.ч. текущий контроль | 1 | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | | - | | |
| Промежуточная аттестация – Зачет с оценкой | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4. Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Спецпрактикум по компьютерным технологиям в физике плазмы и оптике» проводятся следующие виды учебных занятий: лабораторные занятия с использованием компьютерного оборудования. Наряду с традиционными формами используются различные образовательные технологии: современный физический эксперимент, решение проблемных задач, индивидуальные

задания с разбором конкретных ситуаций. На лабораторных занятиях используются такие образовательные технологии как технология адаптивного обучения, технология проблемного обучения, технология дифференцированного обучения, работа в команде, обучение на основе опыта, исследовательский метод, опережающая самостоятельная работа и др.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающегося включает в себя следующие этапы:

| № п/п | Содержание этапа | Формируемые компетенции | Форма аттестации по этапу | Оценочные средства |
|-------|--|-------------------------|--|--|
| 1 | - теоретическая подготовка, которая состоит в изучении методических материалов к лабораторной работе (см. п. 7) и приведенной в них дополнительной литературы; - практическая подготовка, состоящая в решении разнообразных расчетных задач по тематике лабораторной работы | ПК-5 | Допуск обучающегося к выполнению лабораторной работы | Собеседование (допуск к выполнению лабораторной работы), протокол выполнения лабораторной работы, отчет по лабораторной работе |
| 2 | - проведение исследования, наблюдения, эксперимента | ПК-5 | Проверка протокола выполнения лабораторной работы | |
| 3 | - обработка и анализ результатов исследования, формулирование выводов по результатам исследования, оформление отчета о лабораторной работе | ПК-5 | Отчет по лабораторной работе | |

Типовые вопросы и задания при допуске к экспериментальным измерениям, а также для проведения текущего контроля успеваемости:

1. По лабораторной работе №1 («Возбуждение открытого резонатора волновым пучком»):
 - 1.1 Каковы основные причины, по которым в оптическом и субмиллиметровом диапазонах в качестве резонаторов используются открытые системы?
 - 1.2 Что такое метод резонатора? Что такое коэффициент затухания, логарифмический декремент? (Элементарная теория)
 - 1.3 Что такое собственная частота, добротность и полоса моды резонатора?
 - 1.4 Как связаны потери в резонаторе с добротностью и полосой? (Элементарная теория)
 - 1.5 Какие уравнения описывают распространение волнового монохроматического пучка в свободном пространстве?
 - 1.6 Что такое дифракционные потери? От чего они зависят (Качественно)? Что такое параметр Френеля?
 - 1.7 Что такое уравнение поперечной диффузии? При каких предположениях оно получается из уравнения Гельмгольца?
 - 1.8 Какое решение уравнения поперечной диффузии вы знаете?

1.9 В каком приближении из решения уравнения Гельмгольца получается решение уравнения поперечной диффузии?

2. По лабораторной работе № 2 («Дифракция волн на гофрированной границе раздела сред»)

2.1 Ознакомиться с описанием работы и возможностями программы. Уяснить назначение основных пунктов меню и панели параметров.

2.2 Провести пробные запуски программы.

Типовые контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. По лабораторной работе № 1 («Возбуждение открытого резонатора волновым пучком»):

1.1. Найти структуру $ТЕМ_{m,n,q}$ в резонаторе с круглыми зеркалами.

1.2. Какие методы измерения добротности резонатора вы знаете? Какой метод применяется в данной работе?

1.3. Что такое продольные и поперечные моды открытого резонатора?

1.4. Что такое вырождение типов колебаний? Когда оно наступает?

1.5. Квазиоптический резонатор – принципиально многомодовая система. Можно ли утверждать, что рассчитанные вами зависимости относятся к нулевой моде?

1.6. Почему в конфокальном резонаторе при изменении расстояния между зеркалами резонансы наступают через $\lambda/4$, а не через $\lambda/2$?

1.7. Что такое френелевский параметр системы C ?

1.8. Как зависят дифракционные потери от параметра C ?

1.9. Как изменяется распределение амплитуды поля на зеркалах резонатора с изменением параметра C ? Какого оно будет при $C \rightarrow \infty$?

2. По лабораторной работе № 2 («Дифракция волн на гофрированной границе раздела сред»)

2.1 Формирование картины пространственных и поверхностных волн при дифракции волны на гофрированной границе. Основные физические эффекты.

2.2 Характерные режимы дифракции на металлической гофрированной поверхности. Одноволновый и двухволновый режимы, их области существования (условия реализации и физическая интерпретация).

2.3 Характерные режимы дифракции на границе раздела диэлектриков, их области существования (аналогично п. 2.2).

2.4 Автоколлимационный режим дифракции, условия его реализации в случае металлической границы и границы диэлектриков.

Учебно-методическое обеспечение выполнения лабораторной работы:

По лабораторной работе №1: Власов С.Н., Копосова Е.В., Таланов В.И. Возбуждение открытого резонатора волновым пучком. Н. Новгород: ННГУ, 2000. – 24 с.

По лабораторной работе №2: Власов С.Н., Копосова Е.В., Малеханов А.И. Дифракция волн на гофрированной границе раздела сред. Н. Новгород: ННГУ, 2015. – 27 с.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Спецпрактикум по компьютерным технологиям в физике плазмы и оптике»

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ПК-5: способность использовать современные инструментальные и вычислительные средства (этап освоения – базовый)

- Двухбалльная шкала для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций на зачете:

| Индикаторы компетенции | ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ | |
|--|---|---|
| | Не зачтено | Зачтено |
| <u>Знания</u> | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний и выше. Допущенные ошибки не являлись грубыми. |
| <u>Умения</u> | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи, возможны негрубые ошибки. Выполнены все задания. |
| <u>Навыки</u> | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный и выше набор навыков для решения стандартных задач, допускаются некоторые недочеты |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 30 % | 30 – 100 % |

- Семибалльная шкала для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций на зачете с оценкой:

| Индикаторы компетенции | ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ | | | | | | |
|--|---|---|---|---|--|--|--|
| | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | превосходно |
| | не зачтено | | зачтено | | | | |
| Знания | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| Умения | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| Навыки | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |
| | низкий | | достаточный | | | | |

6.2. Описание шкал оценивания

Для оценки результатов обучения студентов в 6 и 7 семестрах применяется двухбалльная шкала оценивания «зачет-не зачет».

Для оценки результатов обучения студентов в 8 семестре предусмотрена аттестация в форме зачета с оценкой, для которого применяется семибалльная шкала оценивания.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используется индивидуальное собеседование, состоящее из теоретических вопросов.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются

практические контрольные задания, включающие одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий, которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

По лабораторной работе №1:

Задания первого уровня:

1. Задавая физические параметры резонатора и выбирая центральную частоту и диапазон частот, получить резонансную кривую на проход и отражение. Рекомендации по выбору параметров и диапазона измерений приведены в методическом пособии (см. п. 7.1)
2. Получить резонансные кривые для ряда значений q .
3. Изменяя любой из 9 параметров (по заданию преподавателя) определить зависимость от него собственной частоты, добротности и дифракционных потерь. Результаты записать в отчетный файл.
4. Выбрать параметр C в зоне устойчивости таким большим, что дифракционные потери будут пренебрежимо малыми по сравнению с омическими и потерями на связь. Объяснить при нулевых дифракционных потерях разный характер резонансных кривых на проход и отражение. Для этого проанализировать для случая неограниченных плоских зеркал зависимость амплитуды отраженного и проходящего сигналов от отношения величины связи и омических потерь в резонаторе.

Задания второго уровня:

1. Определить зависимость дифракционных потерь от параметров C и g в зоне устойчивости. Проверить, с какой точностью добротность определяется параметрами $C = ka_1a_2/L$ и $g_{1,2} = a_{1,2}(1-L/R_{1,2})/a_{2,1}$, а не зависит от параметров a_1 , a_2 , L , R_1 , R_2 в отдельности.
2. Перебирая значения связи T при заданном уровне омических потерь R_{om} , определить оптимальные условия для максимального коэффициента отражения.
3. Провести анализ на основе численных расчетов влияния дифракционных потерь на коэффициенты отражения и прохождения.
4. Изменяя ширину возбуждающего пучка определить частоты, структуру поля и дифракционные потери неаксиальных мод (с радиальным индексом, отличным от нуля).

По лабораторной работе №2:

1. Задавая параметры сред и гофрированной границы их раздела, а также угол падения плоской волны на границу (конкретные значения сообщает преподаватель), рассчитать картину волнового поля в различных порядках дифракции.
2. Получить зависимости параметров рассеянного излучения от величины параметра k .
3. Изменяя угол падения, определить зависимость от него параметров рассеянного излучения.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

1. Болховская О.В., Горбунов А.А., Грибова Е.З., Грязнова И.Ю., Калинин А.В., Канаков О.И., Корчагин А.Б., Мануилов В.Н., Миловский Н.Д., Павлов И.С., Савикин

А.П. Методические материалы по определению процедур оценивания сформированности компетенций: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. – 26 с. [Электронный ресурс]. URL: http://www.unn.ru/books/met_files/met_mat_Mil.pdf.

2. Петрова И.Э., Орлов А.В. Оценка сформированности компетенций. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: ННГУ, 2016. 48 с.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Спецпрактикум по компьютерным технологиям в физике плазмы и оптике»

а) основная литература:

1. Власов С.Н., Копосова Е.В., Таланов В.И. Возбуждение открытого резонатора волновым пучком. Н. Новгород: ННГУ, 2000. – 24 с.
2. Власов С.Н., Копосова Е.В., Малеханов А.И. Дифракция волн на гофрированной границе раздела сред. Н. Новгород: ННГУ, 2015. – 27 с.

б) дополнительная литература:

1. Виноградова М. Б., Руденко О. В., Сухоруков А. П., и др. - [Теория волн: учеб. пособие для физ. специальностей вузов. - М.: Наука, 1990. - 432 с.](#)
2. [Борн М., Вольф Э. - Основы оптики. - М.: Наука, 1973. - 719 с.](#)
3. [Маркузе Д. - Оптические волноводы: пер. с англ. - М.: Мир, 1974. - 576 с.](#)
4. [Джеррард А., Берч Дж. М - Введение в матричную оптику. - М.: Мир, 1978. - 341 с.](#)
5. [Кравцов Ю. А., Орлов Ю. И. - Геометрическая оптика неоднородных сред. - М.: Наука, 1980. - 304 с.](#)
6. [Власов С. Н. , Таланов В. И. - Самофокусировка волн. - Н. Новгород: Изд-во Ин-та приклад. физики РАН, 1997. - 220 с.](#)
7. [Вайнштейн Л. А. - Электромагнитные волны. - М.: Радио и связь, 1988. – 440 с.](#)
8. [Ананьев Ю. А. - Оптические резонаторы и проблема расходимости лазерного излучения. - М.: Наука, 1979. - 328 с.](#)
9. [Ваганов Р. Б., Каценеленбаум Б. З. - Основы теории дифракции. - М.: Наука, 1982. - 272 с.](#)
10. Шестопалов В.П, Кириленко А.А., Масалов С.А, Сиренко Ю.К. Резонансное рассеяние волн. Т.1. Дифракционные решетки. – Киев: Наукова думка, 1986. - 231 с.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для обеспечения данной дисциплины имеются:

- **Учебные аудитории;**

- **Компьютерное оборудование с характеристиками, не ниже следующих:** Windows 95, Pentium 90, ОЗУ 24 Мб, свободное место на жестком диске 50 Мб, монитор с разрешением не ниже 800х600 при глубине цвета High color 16(15) bit.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», квалификация - бакалавр.

Авторы программы _____ А.И. Малеханов

_____ В.А. Еськин

Рецензент _____ В.Г. Гавриленко

Заведующий кафедрой _____ А.В. Кудрин

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от 25 мая 2023, протокол № 04/23.