



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

_____ Короченцев В.И.
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)
«19» сентября 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой Приборостроения

_____ Короченцев В.И.
(Ф.И.О. зав. каф.)
«19» сентября 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Волны в слоистых средах

Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение

программа «Гидроакустика»

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3

лекции 18 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы -не предусмотрены учебным планом
в том числе с использованием МАО лек. -/пр. 36 /лаб. - час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 18 час.

самостоятельная работа 99 час.

в том числе на подготовку к экзамену - 27час.

контрольные работы (количество) -не предусмотрены учебным планом

курсовая работа / курсовой проект -3 семестр

зачет не предусмотрен учебным планом

экзамен -3 семестр

Рабочая составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22 сентября 2017 г. №957

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Приборостроения, протокол № 1 от «19» сентября 2019 г.

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., профессор В.И. Короченцев

Составитель: старший преподаватель П.А. Волков

Владивосток

2019

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «28» сентября 2018 г. № I

Заведующий кафедрой _____ В.И.Короченцев

(подпись)

(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Аннотация дисциплины «Волны в слоистых средах»

Дисциплина «Волны в слоистых средах» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, магистерская программа «Гидроакустика», входит в часть, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана (Б1.В.ДВ.03.01) и является дисциплиной выбора. Дисциплина реализуется в 3 семестре на 2 курсе.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа студента (126 часов, в том числе 27 часов на экзамен), курсовая работа. Форма контроля по дисциплине – экзамен.

Дисциплина «Волны в слоистых средах» опирается на уже изученные дисциплины, такие как «Физика», «Математический анализ», «Физика в приборостроении», «Теория направленного излучения», «Физические основы получения информации», «Методы и технологии неразрушающего контроля», «Акустические измерения». В свою очередь она является «фундаментом» для изучения дисциплины «Научно-исследовательская работа» и других.

Дисциплина «Волны в слоистых средах» включает изучение теоретических и физических основ локализованных в пространстве волновых возмущений, изучение теории распространения плоских, сферических волн в неоднородных средах, которые моделируют такие реальные среды, как океанская вода, неоднородный слой в океане. Для построения математической модели используются уравнения Гельмгольца или волновое уравнение с граничными условиями на импедансных границах. Полученные аналитические решения используются для создания программ численных расчетов.

Изучение дисциплины закладывает прочный теоретический фундамент, необходимый как для уверенного профессионального роста студентов, так и для развития их научно-инновационного потенциала, освоение дисциплины позволяет студентам овладеть исключительно мощным инструментом для решения сложных задач научно-исследовательской и проектно-конструкторской профессиональной деятельности.

Цель дисциплины:

- расширение профессионального кругозора и получения навыков анализа состояния научно-технических проблем, определяющих прогресс развития существующих и разработку новых методов неразрушающего контроля, использующих различные виды волновых излучений;
- изучение студентами теоретических сведений и приобретение практических навыков, необходимых для расчета и проектирования систем излучения волновых пучков различной пространственной конфигурации;
- изучение особенностей распространения волновых пучков большой амплитуды.

Задачи дисциплины:

- научить основным методам теоретического анализа волновых пучков, существующим научно-техническим проблемам и перспективам развития данной области теории волн; области приложения основных результатов теоретических и экспериментальных исследований волновых пучков, физическим основам нелинейных эффектов и их проявления при распространении мощных волновых пучков, механизмам взаимосвязи нелинейных эффектов с физическими свойствами сред и контролируемых объектов;
- научить анализировать результаты теоретического анализа известных моделей волновых пучков, использовать аналитические и численные методы исследования характеристик волновых пучков, использовать современные приборы для экспериментального исследования

волновых полей в лабораторных и натуральных условиях, собирать и анализировать научно-техническую информацию по методам расчета и практического использования локализованных в пространстве волновых полей, учитывать современные тенденции развития теории и практики волновых пучков при разработке современных приборов и методов контроля качества и диагностики.

- научить навыкам расчета пространственной структуры поля волновых пучков применительно к конкретной технической задаче, достижениями отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в области применений волновых пучков, навыкам проведения проектных расчетов и технико-экономического обоснования, монтажа, наладки, испытаний и сдачи в эксплуатацию опытных образцов приборов контроля качества и диагностики.

Для успешного изучения дисциплины «Волны в слоистых средах» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: способность к самосовершенствованию и саморазвитию в профессиональной сфере, к повышению общекультурного уровня; способность понимать, использовать, порождать и грамотно излагать инновационные идеи на русском языке; способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает	виды основных информационных источников, нормативных правовых документов; методы и способы решения проблемных ситуаций
	Умеет	выявлять недостаточность и недостоверность информации при решении проблемных ситуаций; осуществлять поиск и анализировать содержание нормативных правовых документов с целью решения профессиональных задач
	Владеет	навыками решения типичных, наиболее часто встречающихся проблемных ситуаций
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении	Знает	фундаментальные законы природы, основные физические математические принципы, современные методы накопления, передачи и обработки информации
	Умеет	применять физические законы и математически методы для решения современных задач теоретического и прикладного характера в области приборостроения
	Владеет	навыками выявления научных проблем, оценки эффективности выбора и методов решения современных задач для правовой защиты и создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий в области приборостроения.
ПК-1 Способен к построению моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения	Знает	основные методы математического моделирования, статической обработки, методы теории планирования эксперимента, процессов и объектов приборостроения, принципы построения математических моделей объектов исследования, выбора численного метода их моделирования, принципы разработки нового или выбора готового алгоритма решения задачи
	Умеет	применять и использовать основные методы математического моделирования, статической обработки, методы теории планирования эксперимента, процессов и объектов приборостроения, принципы построения математических моделей объектов исследования, выбора

задачи		численного метода их моделирования, принципы разработки нового или выбора готового алгоритма решения задачи
	Владеет	основными методами математического моделирования, статической обработки, методами теории планирования эксперимента, процессов и объектов приборостроения, принципами построения математических моделей объектов исследования, выбора численного метода их моделирования, принципами разработки нового или выбора готового алгоритма решения задачи

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Волны в слоистых средах» применяются следующие методы активного обучения: практические занятия с применением имитационных методов, включающих разбор конкретных ситуаций, действий по инструкциям.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Тема 1. Основы гидроакустики (2 час.)

Тактико-технические параметры и характеристики гидроакустических систем. Реверберационная помеха. Виды реверберации. Уравнение гидролокации. Отношение сигнал/помеха. Виды помех. Подводные шумы

Тема 2. Распространение сигналов в морской среде (4 час.)

Расчет энергетической дальности действия гидроакустических систем. Характеристики водных масс океана, как среды распространения акустических волн. Пространственное затухание гидроакустических сигналов.

Тема 3. Волны в морской среде (2 час.)

Волновое уравнение для диссипативной среды. Механизмы затухания звуковых волн в океане, расхождение волны, диссипация, рефракция, рассеяние на неоднородностях. Физические механизмы поглощения звука, вязкость, теплопроводность, уравнение движения вязкой жидкости.

Тема 4. Скорость звука в морской среде (2 час.)

Скорость звука в морской воде. Способы определения скорости звука в воде. Эмпирические формулы для расчета скорости звука Вуда, Дель-Гросса, Вильсона. Градиенты скорости звука и факторы, влияющие на их величину. Типичные вертикальные профили скорости звука и соответствующие им условия распространения: ПЗК, зоны тени, зоны конвергенции.

Тема 5. Отражение звука от поверхности и дна океана (2 час.)

. Коэффициенты отражения и прозрачности. Волноводное распространение звука. Граничные условия. Дисперсионное уравнение. Критические частоты. Нормальные волны. Дисперсионные свойства волноводов.

Тема 6. Распространение гидроакустических волн в мелком море (2 час.)

Методы обзора пространства. Методы измерения дальности. Точность измерения дальности с учетом помех. Способы определения угловых координат целей. Пеленгационная характеристика. Пеленгационная чувствительность. Сравнение методов пеленгования.

Тема 7. Анализ погрешностей (4 час.)

Методы частотной и пространственной фильтрации. Электронное формирование характеристики направленности антенны и управление ее положением в пространстве.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 час.)

Занятие 1. Отличие эллипсоидальных линзовых антенн от линзовых антенн другой формы (2 час.).

- 1.Эллипсоидальные линзовые антенны
- 2.Линзовые антенны произвольной формы.
- 3.Акустические линзовые антенны.
- 4.Электромагнитны линзовые антенны.

Занятие 2. Направления применения разработанных методов(2 час.).

- 1.Моделирование распространения электромагнитных волн в подземной среде.
- 2.Расчеты для этой задачи.
- 3.Выводы законов распространения электромагнитных волн в данных условиях.
- 4.Произвести расчеты для диапазона частот.

Занятие 3. Задача нахождения акустических и электромагнитных

полей при расположении источников внутри замкнутого объема, заполненного средой с параметрами, отличными от параметров внешней среды. (2 час.).

1. Применение подхода, позволяющего найти строгое решение уравнения Гельмгольца при условиях неразрывности на границе раздела двух сред.

2. Для акустического случая представить среды “жидкими” с произвольными плотностью и скоростью распространения продольных волн.

3. Для электромагнитного случая среды могут иметь произвольные относительную диэлектрическую проницаемость, относительную магнитную проницаемость, удельную проводимость.

4. На основе данного математического аппарата разработать алгоритмическую основу и программы для расчета характеристик акустических и электромагнитных полей.

Занятие 4. Методики расчета линзовых антенн (2 час.)

1. Методы геометрической акустики
2. Использование функций Грина

Занятие 5. Расчет акустических линзовых антенн. (2 час.).

При расчете акустических линзовых антенн в представленной работе приводятся:

1. Новые схемы возможных конструкций линзовых антенн.
2. Антенны, которые могут быть применены на практике.
3. Достоинства по сравнению с обычными антеннами.

Занятие 6. Перспективы исследований линзовых акустических антенн. (2 час.).

1. Выводы о перспективности дальнейших исследований линзовых акустических антенн.

2. Перспективы развития этого направления.

Занятие 7. Способы фокусирования упругих волн (2 час.)

1. Рефлектор
2. Линза
3. Антенная решетка

Занятие 8. Расчёт параметров элементарного электрического вибратора. (2 час)

1. Расчёт параметров и построение характеристики направленности ЭЭВ

Занятие 9. Синтез диаграмм направленности антенн (2 час.)

1. Синтез ДН специальной формы методом парциальных диаграмм

Занятие 10. Использование генетических алгоритмов при синтезе антенных устройств (2 час.)

1. Виды генетических алгоритмов.
2. Применение пакета моделирования NEC2 при синтезе антенных систем.
3. Перспективы развития генетических алгоритмов

Занятие 11. Линза Френеля (2 час.)

1. Расчет линзы Френеля по заданным параметрам распределения акустического поля

Занятие 12. Акустическая линзовая антенна с управляемой диаграммой направленности (2 час.)

1. Расчет линз с изменяемой плотностью
2. Расчет линзы с изменяемым положением излучателем

Занятие 13. Расчёт согласующего устройства (2 час.)

1. Расчёт согласующего устройства методом четвертьволнового трансформатора
 Устройство диаграммы полных сопротивлений (номограмма Вольперта-Смита).

Лабораторные работы

Учебным планом проведение лабораторных занятий не предусмотрено.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Волны в слоистых средах» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Основы гидроакустики	УК-1, ОПК-1, ПК-1	УО	Зачет. Вопросы 1-4
2	Распространение сигналов в морской среде	УК-1, ОПК-1, ПК-1	УО	Зачет. Вопросы 5-8
3	Волны в морской среде	УК-1, ОПК-1, ПК-1	УО	Зачет. Вопросы 9-12
4	Скорость звука в морской среде	УК-1, ОПК-1, ПК-1	КЗ	Зачет. Вопросы 13-21
5	Отражение звука от поверхности и дна океана	УК-1, ОПК-1, ПК-1	УО	Зачет. Вопросы 22-24

6	Распространение гидроакустических волн в мелком море	УК-1, ОПК-1, ПК-1	УО	Зачет. Вопросы 25-27
7	Анализ погрешностей	УК-1, ОПК-1, ПК-1	КЗ	Зачет. Вопросы 28-29

УО - устный опрос, КЗ – контрольное задание.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Моделирование полей в волноводах : учебное пособие / Л. Г. Стаценко, Д. В. Злобин ; Владивосток : Изд-во Дальневосточного технического университета, 2011 81 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:426031&theme=FEFU>

2. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебное пособие для вузов / Е. И. Нефедов : Москва : Академия, 317 с

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:790462&theme=FEFU>

3. Анализ и синтез систем связи, управления движением подводных объектов по аномалиям физических полей / В. И. Короченцев, А. Н. Розенбаум ; [отв. ред. И. Н. Каневский] ; Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Институт автоматики и процессов управления : Владивосток : Дальнаука, 2007 : 188 с

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:265418&theme=FEFU>

Дополнительная литература

Анализ и синтез систем связи управления движением подводных объектов по аномалиям физических полей. – Владивосток: Дальнаука., -188 с. 2007 г. Автор/Короченцев В.И., Розенбаум А.Н.

2. Уколова Г.Г. Антенно-фидерные устройства: Методические указания для студентов. 2004.

3. Гулюшин В.Л., Тупицын Л.А. Устройства СВЧ и антенны:, 2004.

1. Федорова Л.А., Мельникова А.Ю. Расчет и проектирование линзовых антенн: Методические указания. 2002

2. Хребтов А.А. и др. Судовые эхолоты. – Л.: Судостроение, 1982.

Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий / Под ред. Ключева В.В. – М.: Машиностроение, 1986. – 488 с.

3. Ермолов И.И. Теория и практика ультразвукового контроля. – М.: Машиностроение. 1981. – 240 с.

4. Справочник по гидроакустике. - Л.: Судостроение, 1988. – 552 с.

5. Евтютов А.П., Гущин С.Е., Митько В.Б. Гидроакустические средства связи и наблюдения. – Л.: Судостроение, 1982.

6. Самойлов Л.К. Электронное управление характеристиками направленности антенн. – Л.: Судостроение, 1987. – 28 с.

7. Колчеданцев А.С. Гидроакустические станции. – Л.: Судостроение, 1982. – 240 с.

8. Бородин В.И., Смирнов Г.Е., Толстякова Н.А., Яковлев Г.В. Гидроакустические навигационные средства. – Л.: Судостроение, 1983.

9. Кудрявцев В.И. Промысловая Линзовые антенны и рыболокация. – М.: Пищевая промышленность, 1979.

10. Тикунов А.И. Рыбопоисковые приборы и комплексы. – Л.: Судостроение, 1989.

11. Орлов Л.В., Шабров А.А. Гидроакустическая аппаратура рыбопоискового флота. – Л.: Судостроение, 1987.

12. Логинов К.В. Электронавигационные и рыбопоисковые приборы. – М.: Легкая пищевая промышленность, 1983.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Уколова Г.Г. Антенно-фидерные устройства: Методические указания для студентов. 2004 - <http://window.edu.ru/resource/114/45114>

2. Гулюшин В.Л., Тупицын Л.А. Устройства СВЧ и антенны:, 2004 <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/205/25205/7818>

3. Федорова Л.А., Мельникова А.Ю. Расчет и проектирование линзовых антенн: Методические указания. 2002 <http://window.edu.ru/resource/692/44692>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Программное обеспечение, доступное студентам для выполнения заданий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы:

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры Приборостроения, Ауд. Е628, 21	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. • Компас-3D договор 15-03-53 от 02.12.2015 Полная версия - Компас 3D v17. Key 566798581 (Vendor 46707). Количество лицензий 250 штук. • SolidWorks Campus 500 сублицензионные договор №15-04-101 от 23.12.2015 Срок действия лицензии бессрочно. Количество лицензий – 500 штук. • Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscribtion Renewal Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. • InDesign CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscribtion Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. • Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscribtion Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. • Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscribtion New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. • ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. • AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. • Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины приведены в приложении «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся».

Для освоения дисциплины следует изучить источники из списка основной и дополнительной литературы, электронных образовательных ресурсов, охватывающих данную тему, рассматривать практические примеры по темам, знакомиться с понятиями и определениями, находить ответы на вопросы для самоконтроля.

Рекомендации по подготовке к экзамену.

При подготовке к экзамену студенту следует повторить лекционный материал, изучить источники из списка литературы, подготовиться к ответу на все вопросы, включенные в «Перечень вопросов к экзамену». Во время подготовки студент должен систематизировать знания, полученные им при изучении основных тем дисциплины в течение семестра. Это позволяет объединить отдельные темы в единую систему дисциплины.

Следует выделить последний день (либо часть его) перед экзаменом для дополнительного повторения всего объема вопросов в целом. Это позволяет студенту самостоятельно перепроверить усвоение материала.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекционных и практических занятий, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее обеспечение:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Лаборатория Гидроакустических систем кафедры приборостроения, ауд. Е 627	Частотомер Ф-551А; частотомер ЧЗ-34; Частотомер ЧЗ-32; Ноутбук Lenovo ThinkPad X121e Black 11.6" HD(1366x768) AMD E300.2GB DDR3.320GB
Лаборатория Шумо и виброзащиты кафедры приборостроения, ауд. Е 629	Лабораторные установки для проведения работ Акустический дефектоскоп УД2-12, Шумомер svan, акустический калибратор, генераторы звуковой частоты, милливольтметры, шумомеры ВШВ 3М, комплект пружин для исследования виброизоляции, вибростол, осциллограф.
Компьютерный класс, Ауд. Е628	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro

	(64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.
Мультимедийная аудитория	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине

«Волны в слоистых средах»

Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение

Программа «Гидроакустика»

Форма подготовки очная

Владивосток

2019

Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

В течение семестра осуществляется текущий контроль посещения лекций, выполнения всех практических заданий, два промежуточных контроля самостоятельной работы, зачет или экзамен.

Общая трудоемкость самостоятельная работа студентов (СРС) составляет 126 часов.

Самостоятельная работа студентов проводится в объемах, предусмотренных учебным планом, и регламентируется выдачей тем рефератов или научных докладов на лекционных и лабораторных занятиях с проверкой исполнения на последующих занятиях или консультациях. При выполнении рефератов руководство СРС осуществляется в форме консультаций. Цель СРС – научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию. Самостоятельная работа студентов в рамках изучения дисциплины происходит без участия преподавателя. В нее входит (по выбору студента):

- усвоение лекционного материала на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.) (если лекции предусмотрены учебным планом);
- закрепление практических занятий (если практические занятия предусмотрены учебным планом);

- подготовка к лабораторным работам, их оформление (если лабораторные работы предусмотрены учебным планом);
- подготовка и написание рефератов на заданные темы (студенту предоставляется право выбора темы);
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний; перевод научных статей; подбор и изучение литературных источников;
- выполнение научных исследований;
- подготовка к участию в научно-технических конференциях;
- подготовка к сдаче зачета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной, тестовой или смешанной форме, с представлением продукта (результата) творческой деятельности студента.

По дисциплине учебным планом предусмотрен зачет в 3 семестре, которые сдают все студенты вне зависимости от рейтинга по результатам текущего контроля. К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие практические работы, доклады по рефератам. Зачет проводится в устной или письменной форме. Примеры вопросов прилагаются (в контрольно-измерительных материалах).

Темы рефератов

1. Виды помех. Подводные шумы.
2. Реверберационная помеха. Виды реверберации.
3. Пространственное затухание гидроакустических сигналов. Волновое уравнение для диссипативной среды.
4. Механизмы затухания звуковых волн в океане, расхождение волны, диссипация, рефракция, рассеяние на неоднородностях.
5. Физические механизмы поглощения звука, вязкость, теплопроводность, уравнение движения вязкой жидкости.

6. Затухание звука в морской среде – расчетные соотношения, формулы Шулкина-Марша и др.
7. Объемное рассеяние звука в море. Коэффициент обратного объемного рассеяния.
8. Звукорассеивающие слои в океане Акустические характеристики звукорассеивающих слоев.
9. Эмпирические формулы для расчета скорости звука Вуда, Дель-Гросса, Вильсона.
10. Градиенты скорости звука и факторы, влияющие на их величину.
11. Волновые и лучевые модели распространения звука в море. Рефракция.
12. Теория реверберации. Объемная реверберация.
13. Поверхностная реверберация.
14. Донная реверберация.
15. Отражение звука от поверхности и дна океана. Коэффициенты отражения и прозрачности.
16. Волноводное распространение звука. Граничные условия. Дисперсионное уравнение. Критические частоты.
17. Нормальные волны. Дисперсионные свойства волноводов.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине
«Волны в слоистых средах»
Направление подготовки **12.04.01 Приборостроение**
Программа «Гидроакустика»
Форма подготовки очная

Владивосток
2019

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает	виды основных информационных источников, нормативных правовых документов; методы и способы решения проблемных ситуаций
	Умеет	выявлять недостаточность и недостоверность информации при решении проблемных ситуаций; осуществлять поиск и анализировать содержание нормативных правовых документов с целью решения профессиональных задач
	Владеет	навыками решения типичных, наиболее часто встречающихся проблемных ситуаций
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении	Знает	фундаментальные законы природы, основные физические математические принципы, современные методы накопления, передачи и обработки информации
	Умеет	применять физические законы и математически методы для решения современных задач теоретического и прикладного характера в области приборостроения
	Владеет	навыками выявления научных проблем, оценки эффективности выбора и методов решения современных задач для правовой защиты и создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий в области приборостроения.
ПК-1 Способен к построению моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового	Знает	основные методы математического моделирования, статической обработки, методы теории планирования эксперимента, процессов и объектов приборостроения, принципы построения математических моделей объектов исследования, выбора численного метода их моделирования, принципы разработки нового или выбора готового алгоритма решения задачи
	Умеет	применять и использовать основные методы математического моделирования, статической обработки, методы теории планирования эксперимента, процессов и

алгоритма решения задачи		объектов приборостроения, принципы построения математических моделей объектов исследования, выбора численного метода их моделирования, принципы разработки нового или выбора готового алгоритма решения задачи
	Владеет	основными методами математического моделирования, статической обработки, методами теории планирования эксперимента, процессов и объектов приборостроения, принципами построения математических моделей объектов исследования, выбора численного метода их моделирования, принципами разработки нового или выбора готового алгоритма решения задачи

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Основы гидроакустики	УК-1, ОПК-1, ПК-1	УО	Зачет. Вопросы 1-4
2	Распространение сигналов в морской среде	УК-1, ОПК-1, ПК-1	УО	Зачет. Вопросы 5-8
3	Волны в морской среде	УК-1, ОПК-1, ПК-1	УО	Зачет. Вопросы 9-12
4	Скорость звука в морской среде	УК-1, ОПК-1, ПК-1	КЗ	Зачет. Вопросы 13-21
5	Отражение звука от поверхности и дна океана	УК-1, ОПК-1, ПК-1	УО	Зачет. Вопросы 22-24
6	Распространение гидроакустических волн в мелком море	УК-1, ОПК-1, ПК-1	УО	Зачет. Вопросы 25-27
7	Анализ погрешностей	УК-1, ОПК-1, ПК-1	КЗ	Зачет. Вопросы 28-29

УО - устный опрос, КЗ – контрольное задание.

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетен	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели
-----------------------------	--------------------------------	----------	------------

ции				
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает	виды основных информационных источников, нормативных правовых документов; методы и способы решения проблемных ситуаций	знание методов математического моделирования, методов статической обработки, методов анализа	способность охарактеризовать методы математического моделирования, методы статической обработки, используемые для анализа поставленной задачи исследований в области акустического приборостроения
	Умеет	выявлять недостаточность и недостоверность информации при решении проблемных ситуаций; осуществлять поиск и анализировать содержание нормативных правовых документов с целью решения профессиональных задач	умение применять и использовать методы математического моделирования и статической обработки, методов анализа экспериментальных исследований	способность проводить научные исследования, применять методы, используемые для проведения анализа поставленной задачи исследований в области приборостроения
	Владеет	навыками решения типичных, наиболее часто встречающихся проблемных ситуаций	владение современными методами математического моделирования, методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований	способность анализировать поставленную задачу исследований в области акустического приборостроения
ОПК-1 Способен представлять	Знает	фундаментальные законы природы, основные	знание методов математического моделирования	способность охарактеризовать методы

<p>ть современную научную картину мира, выявлять естественную онаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении</p>		<p>физические математические принципы, современные методы накопления, передачи и обработки информации</p>	<p>, методов статической обработки, методов анализа</p>	<p>математического моделирования, методы статической обработки, используемые для анализа поставленной задачи исследований в области акустического приборостроения</p>
	<p>Умеет</p>	<p>применять физические законы и математические методы для решения современных задач теоретического и прикладного характера в области приборостроения</p>	<p>умение применять и использовать методы математического моделирования и статической обработки, методов анализа экспериментальных исследований</p>	<p>способность проводить научные исследования, применять методы, используемые для проведения анализа поставленной задачи исследований в области приборостроения</p>
	<p>Владеет</p>	<p>навыками выявления научных проблем, оценки эффективности выбора и методов решения современных задач для правовой защиты и создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий в области приборостроения.</p>	<p>владение современными методами математического моделирования, методами статической обработки результатов экспериментальных исследований</p>	<p>способность анализировать поставленную задачу исследований в области акустического приборостроения</p>
<p>ПК-1 Способен к построению моделей</p>	<p>Знает</p>	<p>основные методы математического моделирования, статической обработки, методы</p>	<p>знание методов математического моделирования, методов</p>	<p>способность охарактеризовать методы математического</p>

<p>объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи</p>		<p>теории планирования эксперимента, процессов и объектов приборостроения, принципы построения математических моделей объектов исследования, выбора численного метода их моделирования, принципы разработки нового или выбора готового алгоритма решения задачи</p>	<p>статической обработки, методов анализа</p>	<p>моделирования, методы статической обработки, используемые для анализа поставленной задачи исследований в области акустического приборостроения</p>
	<p>Умеет</p>	<p>применять и использовать основные методы математического моделирования, статической обработки, методы теории планирования эксперимента, процессов и объектов приборостроения, принципы построения математических моделей объектов исследования, выбора численного метода их моделирования, принципы разработки нового или выбора готового алгоритма решения задачи</p>	<p>умение применять и использовать методы математического моделирования и статической обработки, методов анализа экспериментальных исследований</p>	<p>способность проводить научные исследования, применять методы, используемые для проведения анализа поставленной задачи исследований в области приборостроения</p>
	<p>Владеет</p>	<p>навыками выявления научных проблем, оценки эффективности выбора и методов решения современных задач для правовой защиты и создания</p>	<p>владение современными методами математического моделирования, методами статистической обработки</p>	<p>способность анализировать поставленную задачу исследований в области акустического приборостроения</p>

		разнообразных методик, аппаратуры и технологий в области приборостроения.	результатов экспериментальных исследований	
--	--	---	--	--

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Линзовые антенны» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Волны в слоистых средах» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, выполнения контрольных заданий) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Учебная дисциплина оценивается количеством посещенных занятий по дисциплине.

Степень усвоения теоретических знаний оценивается с помощью устного опроса по каждой теме.

Уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы с помощью выполнения контрольных заданий 1 и контрольных заданий 2. На основе типовых контрольных заданий 1 формируются варианты для контрольного задания 1, состоящие из 4 заданий. На основе типовых контрольных заданий 2 формируются варианты для контрольного задания 2, состоящие из 4 заданий. Варианты komponуются так, чтобы задания были из разных тем.

Результаты самостоятельной работы оцениваются устным опросом и проверкой выполнения контрольных заданий.

Критерии оценки устного ответа

100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой

раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Волны в слоистых средах» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачету.

1. Уравнение гидролокации. Отношение сигнал/помеха.
2. Виды помех. Подводные шумы.
3. Реверберационная помеха. Виды реверберации.
4. Расчет энергетической дальности действия гидроакустических систем.

5. Характеристики водных масс океана, как среды распространения акустических волн.
6. Пространственное затухание гидроакустических сигналов. Волновое уравнение для диссипативной среды.
7. Механизмы затухания звуковых волн в океане, расхождение волны, диссипация, рефракция, рассеяние на неоднородностях.
8. Физические механизмы поглощения звука, вязкость, теплопроводность, уравнение движения вязкой жидкости.
9. Затухание звука в морской среде – расчетные соотношения, формулы Шулкина-Марша и др.
10. Объемное рассеяние звука в море. Коэффициент обратного объемного рассеяния.
11. Звукорассеивающие слои в океане Акустические характеристики звукорассеивающих слоев.
12. Гидроакустические характеристики поверхности и дна океана.
13. Скорость звука в морской воде. Способы определения скорости звука в воде.
14. Эмпирические формулы для расчета скорости звука Вуда, Дель-Гросса, Вильсона.
15. Градиенты скорости звука и факторы, влияющие на их величину.
16. Типичные вертикальные профили скорости звука и соответствующие им условия распространения: ПЗК, зоны тени, зоны конвергенции.
17. Уравнение Эйконала. Лучевая трубка, фактор фокусировки.
18. Волновые и лучевые модели распространения звука в море. Рефракция.
19. Теория реверберации. Объемная реверберация.
20. Поверхностная реверберация.
21. Донная реверберация.
22. Отражение звука от поверхности и дна океана. Коэффициенты отражения и прозрачности.
23. Волноводное распространение звука. Граничные условия. Дисперсионное уравнение. Критические частоты.
24. Нормальные волны. Дисперсионные свойства волноводов.
25. Распространение гидроакустических волн в мелком море.
26. Методы обзора пространства. Методы измерения дальности. Точность измерения дальности с учетом помех.
27. Способы определения угловых координат целей. Пеленгационная характеристика. Пеленгационная чувствительность. Сравнение методов пеленгования. Анализ погрешностей методов измерения координат.
28. Методы частотной и пространственной фильтрации. Электронное формирование характеристики направленности антенны и управление ее положением в пространстве.
29. Тактико-технические параметры и характеристики гидроакустических систем.

Критерии оценивания студента на экзамене

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«зачтено»	Выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с практическими заданиями, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.
76-85	«зачтено»	Выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«зачтено»	Выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практического задания.
0-60	«незачтено»	Выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не выполняет практическое задание.

Контрольно-измерительные материалы по дисциплине представлены примерными вариантами контрольных работ, предусмотренных РПУД в качестве промежуточной аттестации контроля освоения теоретической и практической составляющих дисциплины. Итоговая аттестация проходит в виде зачета, согласно учебному плану.

Оценочные средства для текущей аттестации **Контрольное задание**

1. Полное отражение выполняется при условии:
 - А) $C_2 > C_1$
 - Б) $C_2 = C_1$
 - В) $C_2 < C_1$
2. Появление «лишней» мощности в нижнем полупространстве

А) Противоречит закону сохранения энергии

Б) подтверждает закон сохранения энергии

В) подтверждает теорему о кинетической энергии.

3. Сдвиг луча при полном внутреннем отражении объясняется

А) различием в плотности сред

Б) комплексностью коэффициента отражения

В) сходством лучевой траектории с рефракционной.

4. Требование синфазности волнового движения по обе стороны границы раздела означает:

А) обобщенная волна должна иметь положительно определенную фазовую скорость

Б) не иметь фазовой скорости

В) иметь отрицательную фазовую скорость

5. Обратная волна- это волна у которой

А) фазовая и групповая скорость имеют одинаковые знаки

Б) фазовая скорость и групповая имеют разные знаки

В) Групповая скорость отсутствует

6. Кем впервые были отмечены расхождения в классической теории и экспериментальных данных

А) Чотиросом

Б) Ньютоном

В) Мюиром

7. По теории Био

А) в морском песке могут распространяться две волны поперечная и продольная.

Б) две поперечные и одна продольная

В) одна поперечная и две продольные.

8. Какую волну обнаруживают в экспериментах при малых углах падения?

А) Быструю продольную?

Б) Медленную продольную?

В) Поперечную сдвиговую?

9. Экспериментальные данные при исследованиях морского дна подтверждают следующие выводы.

А) аномалия амплитуды растет с увеличением глубины точки наблюдения и уменьшения угла скольжения

Б) аномалия амплитуды имеет сложную интерференционную зависимость от частоты и угла скольжения, от глубины точки наблюдения

В) на рабочих частотах эксперимента 5-15 кГц аномалия амплитуды при малых углах скольжения до 30 градусов имеет оценку 30-80 дБ.

10. Особенности отражения сферических волн на границе жидкого и твердого полупространства рассмотрены в экспериментах

А) Генхена

Б) Шоха

В) Уолша

11. Задача нахождения поля точечного источника в жидком слое, лежащем на жидком полупространстве, иллюстрирует

А) Основные особенности волнового движения в волноводе

Б) Характерное разделение спектра волновых чисел для нагруженного волновода на дискретную и сплошную части.

В) Варианты возможного решения задачи применительно к эксперименту.

12. Задача нахождения поля точечного источника в жидком слое, лежащем на жидком полупространстве:

в чем заключается ее формулировка?

13. Задача нахождения поля точечного источника в жидком слое, лежащем на жидком полупространстве:

Записать первое из общих свойств.

14. Задача нахождения поля точечного источника в жидком слое, лежащем на жидком полупространстве:

Записать второй этап решения задачи.

15. Задача Пекериса

Схема решения задачи.

16. В чем заключается теорема существования и единственности?

17. Парная структура волн в волноводе ПЕКЕРИСА.

Основные особенности решения граничной задачи:

А) все нормальные и обобщенные нормальные волны семейств n_1 , n_2 зарождаются парами на частотах объемного резонанса.

Б) все прямые и обратные волны зарождаются парами на частотах объемного резонанса.

В) особенностей решения граничной задачи нет.

18. Пояснить и записать дисперсионные зависимости для семейства нормальных волн.

19. Дисперсионные зависимости для фазовых скоростей являются

А) прямыми линиями

Б) монотонными кривыми

В) параболическими поверхностями.

20. В связи со специфическим характером дисперсионных зависимостей для групповых скоростей нормальных волн семейства n_1

А) скорость переноса энергии в волноводе меньше 300 м/с

Б) скорость переноса энергии строго определены числовым значением.

В) скорость переноса энергии не может быть меньше минимального значения $C_{\min} = C_3$, где $C_3 = C_1/C_2$

21. Записать решение задачи на критической частоте.

Критерии оценки выполнения контрольного задания 1.

100 баллов выставляется студенту, если правильно выполнено 4 задания в варианте.

75 баллов выставляется студенту, если правильно выполнено 3 задания в варианте.

50 баллов выставляется студенту, если правильно выполнено 2 задания в варианте.

25 баллов выставляется студенту, если правильно выполнено 1 задание в варианте.

0 баллов выставляется студенту, если ни одно задание не выполнено правильно.