

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физики фазовых переходов**

Авторы-составители: **Сморodin Борис Леонидович  
Ильин Владимир Алексеевич**

Рабочая программа дисциплины  
**ФИЗИКА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ**  
Код УМК 85281

Утверждено  
Протокол №12  
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Физика волновых процессов

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.01** Прикладные математика и физика  
направленность Программа широкого профиля

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физика волновых процессов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**03.03.01** Прикладные математика и физика (направленность : Программа широкого профиля)

**ОПК.8** способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

**ПК.4** способность применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	03.03.01 Прикладные математика и физика (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (10 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Физика волновых процессов. Первый семестр

#### Процессы, описываемые волновыми уравнениями

Волновые процессы. Классификация волновых уравнений. Поведение на характеристической плоскости. Фазовая и групповая скорости.

#### Дисперсионные соотношения

Дисперсия волны. Пространственная и временная дисперсия. Примеры. Дисперсионные соотношения.

#### Групповая и фазовая скорость

Фазовая скорость монохроматической волны. Групповая скорость- характеристика распространения волнового пакета. Групповая скорость- характеристика распространения возмущения волнового числа.

#### Плотность энергии-импульса в среде с дисперсией

Вывод уравнение для диссипации энергии электромагнитной волны в среде с дисперсией. Анализ решений. Частные случаи.

#### Неустойчивость

Абсолютная и конвективная неустойчивость. Их связь с видом дисперсионного соотношения.

#### Нелинейные уравнения

Нелинейное уравнение с дисперсией и нелинейностью. Фазовый портрет. Периодические решения, кноидальные и уединенные волны. Характеристики уединенной волны (скорость, амплитуда и полуширина).

#### Ударные волны. Образование разрывов

Уравнение ударной волны. Поведение на характеристической плоскости. Образование разрыва. Задача с начальными условиями, задача с граничными условиями. Характеристики разрыва: характерное время образования и характерное расстояние

#### Геометрическая оптика

Уравнение для эволюции амплитуды электромагнитной волны. Самофокусировка. Солитонное решение. Генерация второй гармоники

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Лотов, К. В. Физика сплошных сред : учебное пособие для вузов / К. В. Лотов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 135 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-10208-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/442391>
2. Сарина, М. П. Колебания, волны, оптика. Колебания и волны Часть 1 : учебное пособие / М. П. Сарина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 100 с. — ISBN 978-5-7782-2355-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/45099.html>

### Дополнительная:

1. Ландау Л. Д. Теоретическая физика. учебное пособие для студентов физических специальностей университетов : в 10 т. Т. 6. Гидродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; ред. Л. П. Питаевский. -5-е изд., стер. -Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2001, ISBN 5-9221-0121-8.-736

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.library.psu.ru/node/738> Ресурсы Научной библиотеки ПГНИУ

<http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index/r/139/3/p597?a=list> Статья в Журнале экспериментальной и теоретической физики

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Физика волновых процессов** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- приложение, позволяющее просматривать PDF-файлы
- офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных и практических занятия занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций требуется аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля требуется аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы студентов требуется аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными



компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Физика волновых процессов**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.4</b> способность применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей</p>	<p>Знать: смысл дисперсионных соотношений, основные экспериментальные факты, на которых основана дисциплина; уметь: получать и анализировать дисперсионные соотношения; владеть: способностью применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей в физике волновых процессов.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные методы анализа дисперсионных соотношений и построения графиков, метод анализа волновых процессов на характеристической плоскости, методы построения фазовых портретов. Не умеет применять технику анализа фазовых портретов для получения характеристик волновых процессов. Не владеет навыками вычисления характеристик образования разрывов ударных волн в случае простых систем, и навыками приближенного решения нелинейных уравнений для распространения волн; способностью применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей в физике волновых процессов.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает основные методы анализа дисперсионных соотношений и построения графиков, метод анализа волновых процессов на характеристической плоскости, методы построения фазовых портретов. Не умеет применять технику анализа фазовых портретов для получения характеристик волновых процессов. Не владеет навыками вычисления характеристик образования разрывов ударных волн в случае простых систем, и навыками приближенного решения нелинейных уравнений для распространения волн; способностью применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей в физике волновых процессов.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные методы анализа дисперсионных соотношений и построения графиков, метод анализа волновых процессов на характеристической плоскости, методы построения фазовых портретов. Умеет применять технику анализа фазовых портретов для получения характеристик волновых процессов. Не владеет навыками вычисления характеристик образования разрывов ударных волн в случае простых систем, навыками приближенного решения нелинейных уравнений для распространения волн; и способностью применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей в физике волновых процессов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные методы анализа дисперсионных соотношений и построения графиков, метод анализа волновых процессов на характеристической плоскости, методы построения фазовых портретов. Умеет применять технику анализа фазовых портретов для получения характеристик волновых процессов. Владеет навыками вычисления характеристик образования разрывов ударных волн в случае простых систем, и навыками приближенного решения нелинейных уравнений для распространения волн; способностью применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей в физике волновых процессов.</p>
<p><b>ОПК.8</b> способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать</p>	<p>Знать: основные подходы теории линейных и нелинейных волн; уметь: исследовать распространение линейных волн и ударных волн на основе кинематического уравнения; владеть: способностью применять математический</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Студент не знает: основные подходы теории линейных и нелинейных волн; не умеет: исследовать распространение линейных волн и ударных волн на основе кинематического уравнения; не владеет: способностью применять математический аппарат для описания</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>аппарат для описания многообразных явлений и процессов в физике волновых процессов.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b>  многообразных явлений и процессов в физике волновых процессов.</p> <p><b>Удовлетворительн</b>  Студент  знает: основные подходы теории линейных и нелинейных волн;  не умеет: исследовать распространение линейных волн и ударных волн на основе кинематического уравнения;  не владеет: способностью применять математический аппарат для описания многообразных явлений и процессов в физике волновых процессов.</p> <p><b>Хорошо</b>  Студент  знает: основные подходы теории линейных и нелинейных волн;  умеет: исследовать распространение линейных волн и ударных волн на основе кинематического уравнения;  не владеет: способностью применять математический аппарат для описания многообразных явлений и процессов в физике волновых процессов.</p> <p><b>Отлично</b>  Студент  знает: основные подходы теории линейных и нелинейных волн;  умеет: исследовать распространение линейных волн и ударных волн на основе кинематического уравнения;  владеет: способностью применять математический аппарат для описания многообразных явлений и процессов в физике волновых процессов.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : ПМФ

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Процессы, описываемые волновыми уравнениями <b>Входное тестирование</b>	Проверка знаний из основных разделов теоретической физики.
<b>ПК.4</b> способность применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей <b>ОПК.8</b> способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Групповая и фазовая скорость <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Процессы, описываемые волновыми уравнениями. Дисперсионные соотношения. Групповая и фазовая скорость. Плотность энергии-импульса в среде с дисперсией. Неустойчивость

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.4</b> способность применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей</p> <p><b>ОПК.8</b> способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Нелинейные уравнения</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Уравнение Кортвега де Фриза. Фазовый портрет. Периодические, солитонные и кноидальные решения. Свойства солитонов. Нелинейное уравнение Шредингера.</p>
<p><b>ПК.4</b> способность применять теорию и методы математики, физики и информатики для построения качественных и количественных моделей</p> <p><b>ОПК.8</b> способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Геометрическая оптика</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Геометрическая оптика. Уравнение для эволюции амплитуды электро-магнитной волны. Самофокусировка. Генерация второй гармоники.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Процессы, описываемые волновыми уравнениями

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Входной контроль содержит 10 заданий. Правильное выполнение каждого задания	10

оценивается в 1 балл.	
-----------------------	--

### **Групповая и фазовая скорость**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Оба теоретических вопроса отвечены полностью (каждый вопрос 10баллов). Решена 1 задача (10 баллов).	30
Два теоретических вопроса отвечены полностью (каждый вопрос 10 баллов). Задача решена не полностью (5 баллов). Либо один из теоретических вопросов отвечен полностью, другой неполностью ( 15 баллов) и решена задача(10 баллов).	25
Два теоретических вопроса отвечены не полностью (каждый вопрос 5 баллов). Решена 1 задача (10 баллов). Либо один из теоретических вопросов отвечен полностью ( 10 баллов) и решена 1 задача (10 баллов).	20
Два из теоретических вопросов отвечены не полностью (каждый вопрос 5 балл). Задача не решена не полностью (5 баллов).	15

### **Нелинейные уравнения**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Оба теоретических вопроса отвечены полностью (каждый вопрос 10баллов). Решена 1 задача (10 баллов).	30
Два теоретических вопроса отвечены полностью (каждый вопрос 10 баллов). Задача решена не полностью (5 баллов). Либо один из теоретических вопросов отвечен полностью, другой неполностью ( 15 баллов) и решена задача(10 баллов).	25
Два теоретических вопроса отвечены не полностью (каждый вопрос 5 баллов). Решена 1 задача (10 баллов). Либо один из теоретических вопросов отвечен полностью ( 10 баллов) и решена 1 задача (10 баллов).	20
Два из теоретических вопросов отвечены не полностью (каждый вопрос 5 балл). Задача не решена не полностью (5 баллов).	15

### **Геометрическая оптика**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
------------------------------	--------------

Оба теоретических вопроса отвечены полностью (каждый вопрос 15 баллов). Решена 1 задача (10 баллов).	40
Два из теоретических вопросов отвечены полностью (каждый вопрос 15 баллов). Задача решена не полностью (5 баллов).	35
Один из теоретических вопросов отвечен полностью, другой неполностью ( 22 балла) и решена задача (10 баллов).	32
Один из теоретических вопросов отвечен полностью ( 15 баллов) и решена 1 задача (10 баллов).	25
Два из теоретических вопросов отвечены не полностью (каждый вопрос 7 баллов). Решена 1 задача (10 баллов).	24
Один из теоретических вопросов отвечен полностью (15 баллов). Задача решена не полностью (5 баллов).	20