

УДК 53.01

ББК 74.262.23

## **Разработка дистанционного курса по оптике "левых" сред в системе управления обучением MOODLE**

**Алтунин Константин Константинович,**

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики и технических дисциплин, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», г. Ульяновск, Россия

**Шарнина Инна Алексеевна,**

студентка 4 курса факультета физико-математического и технологического образования, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», г. Ульяновск, Россия

**Аннотация.** Рассматриваются результаты разработки дистанционного курса по оптике "левых" сред в системе управления обучением MOODLE. Проведено описание основных функциональных возможностей дистанционного курса по оптике "левых" сред, созданного в системе управления обучением MOODLE. Обсуждаются возможности модульной структуры дистанционного курса по оптике "левых" сред. Дистанционный курс по оптике "левых" сред посвящён изучению физических основ теории оптических свойств "левых" сред.

**Ключевые слова:** оптика, оптическая среда, "левая" среда дистанционный курс, система управления обучением, MOODLE

Дистанционный курс «Оптика "левых" сред» посвящён изучению фундаментальных идей оптики "левых" сред. В работе рассматриваются

теоретические и методические особенности процесса разработки дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE, который может быть использован в вузовском курсе физики.

Целью исследования является описание научно-методических основ разработки дистанционного курса «Оптика "левых" сред». Задача исследования состоит в разработке модульной структуры и банка вопросов дистанционного курса. Объектом исследования является курс «Оптика "левых" сред». Предметом исследования является процесс создания информационных и контролирующих элементов дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE. Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать дистанционный курс «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE, то можно облегчить труд преподавателя в процессе преподавания учебной дисциплины. Рассмотрим процесс создания дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE. На рис. 1 приведено изображение входной страницы дистанционного курса «Оптика "левых" сред», созданного в системе управления обучением MOODLE.

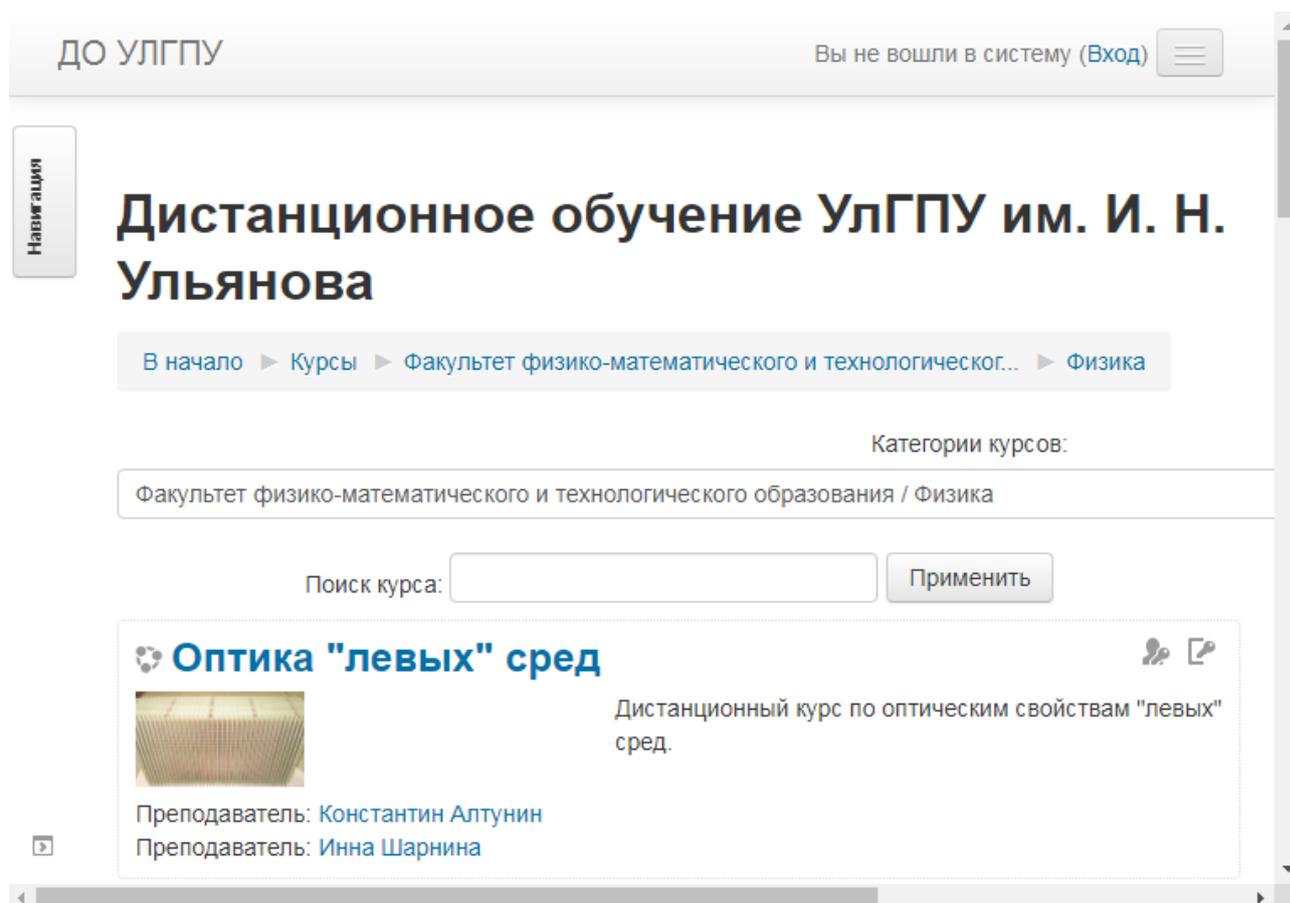


Рис. 1. Входная страница дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE.

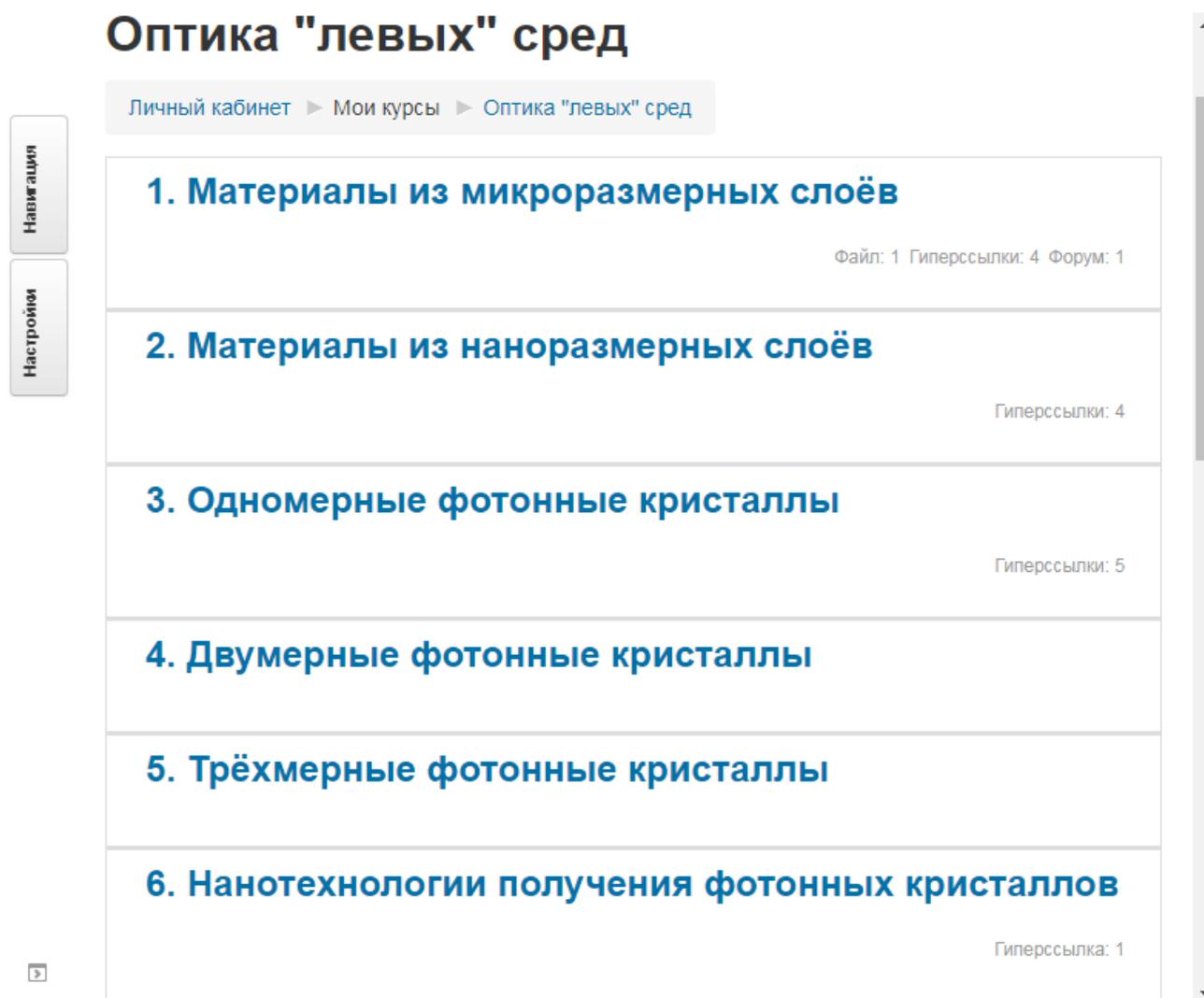


Рис. 2. Элементы первой части структуры модулей электронного курса «Оптика "левых" сред» в системе дистанционного обучения MOODLE.

Основные задачи изучения курса «Оптика "левых" сред» состоят в развитии у студента логики мышления, интуиции и творческих способностей; овладении системой знаний и умений по оптике "левых" сред. Изображение некоторых элементов части структуры модулей дистанционного курса «Оптика "левых" сред», созданного в системе управления обучением MOODLE, приведено на рис. 2. В первой части курса изучаются материалы из микроразмерных и наноразмерных слоёв, фотонные кристаллы. Система управления обучением MOODLE позволяет открывать и закрывать тематические модели в соответствии со временем изучения, что позволяет поддерживать необходимый темп продвижения по курсу.

Навигация Настройки	<b>7. Электродинамические соотношения для "левых" сред</b>	Файлы: 2 Гиперссылки: 3
	<b>8. Преломление оптической волны на границе раздела с "левой" средой</b>	Гиперссылка: 1
	<b>9. Проблема "суперлинзы"</b>	Файлы: 6
	<b>10. Возможность реализации "левых" сред</b>	
	<b>11. Отражение и преломление оптической волны на плоской границе раздела изотропного диэлектрика и "левой" среды</b>	Гиперссылка: 1
	<b>12. Отражение и преломление оптической волны на неоднородной границе раздела изотропного диэлектрика и "левой" среды</b>	Гиперссылки: 5

Рис. 3. Вторая часть содержания тематических модулей дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 3 приведено изображение второй части содержания тематических модулей дистанционного курса «Оптика "левых" сред», созданного в системе управления обучением MOODLE. Во второй части тематических модулей курса изучаются электродинамические свойства

"левых" сред, а также оптические характеристики при отражении и преломлении оптической волны на плоской или неоднородной границе раздела изотропного диэлектрика и "левой" среды. Кроме того, во второй части тематических модулей курса изучаются проблема создания "суперлинзы" из различных метаматериалов и возможность практической реализации "левых" сред.

## Оптика "левых" сред

Личный кабинет ► Мои курсы ► Оптика "левых" сред ►  
2. Материалы из наноразмерных слоёв ► Классификация метаматериалов

Навигация

Настройки

### Классификация метаматериалов

**Классификация метаматериалов**

Квадрат комплексного показателя преломления среды определяется

$$n_j^2(\omega) = \varepsilon_j(\omega) \mu_j(\omega), \quad (1)$$

где с учётом дисперсии материальные параметры среды являются функциями частоты излучения. Квадрат комплексного поверхностного импеданса среды определяется

$$\zeta_j^2(\omega) = \frac{\mu_j(\omega)}{\varepsilon_j(\omega)}. \quad (2)$$

$$\varepsilon_j(\omega) = \frac{n_j(\omega)}{\zeta_j(\omega)}. \quad (3)$$

$$\mu_j(\omega) = n_j(\omega) \zeta_j(\omega). \quad (4)$$

- $\varepsilon$ -отрицательные материалы  $\varepsilon < 0$ ;
- $\mu$ -отрицательные материалы  $\mu < 0$ ;
- $\varepsilon$ -отрицательные и  $\mu$ -отрицательные материалы ( $\varepsilon = -(1 + \delta_\varepsilon)$ ,  $\mu = -(1 + \delta_\mu)$ ,  $\delta_{\varepsilon,m} = \delta'_{\varepsilon,m} + i\delta''_{\varepsilon,m}$ );
- $n$ -отрицательные материалы ( $n_r = -\sqrt{|\varepsilon_r| |\mu_r|}$ ,  $n_r < 0$  в среде с  $\varepsilon_r < 0$ ,  $\mu_r < 0$ );
- $\zeta$ -отрицательные материалы  $\zeta < 0$ ;
- $n$ -отрицательные и  $\zeta$ -отрицательные материалы ( $n = -(1 + \delta_\varepsilon)$ ,  $\zeta = -(1 + \delta_\mu)$ ,  $\delta_{\varepsilon,m} = \delta'_{\varepsilon,m} + i\delta''_{\varepsilon,m}$ ).

На границах гиперлинзы поверхностный импеданс  $\zeta = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}$  претерпевал существенный скачок.

Рис. 4. Слайд презентации по классификации метаматериалов как элемент дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 4 приведено изображение слайда презентации по классификации метаматериалов как элемент дистанционного курса «Оптика "левых" сред», созданного в системе управления обучением MOODLE. На слайде приведён результат классификации метаматериалов в зависимости от знаков оптических

параметров. На рис. 5 представлено изображение части банка вопросов, созданного в составе дистанционного курса «Оптика "левых" сред».

**Оптика "левых" сред**

Личный кабинет ► Мои курсы ► Оптика "левых" сред ► Банк вопросов ► Вопросы

**Банк вопросов**

Выберите категорию:  
По умолчанию для Оптика "левых" сред (3) ▼

Категория по умолчанию для общих вопросов в контексте «Оптика "левых" сред».

Отображать текст вопроса в списке вопросов

Параметры поиска ▼

Также отображать вопросы, находящиеся в подкатегориях

Также отображать старые вопросы

Создать новый вопрос...

Тип	Создан	Последнее изменение
	Имя / Фамилия / Дата	Имя / Фамилия / Дата
<input type="checkbox"/> Вопрос 1-001	Константин Алтунин 23 сентября 2019, 13:58	Константин Алтунин 23 сентября 2019, 14:05
<input type="checkbox"/> Вопрос 1-002	Константин Алтунин 23 сентября 2019, 14:04	Константин Алтунин 23 сентября 2019, 14:05
<input type="checkbox"/> Вопрос 1-003	Константин Алтунин 23 сентября 2019, 14:14	Константин Алтунин 23 сентября 2019, 14:14

Выберите правильную формулировку понятия о дискретно-непрерывной оптической среде.

Вектор электрического смещения  $\mathbf{D}$  удовлетворяет уравнению

$$\nabla^2 \mathbf{D} + n^2 \frac{\omega^2}{c^2} \mathbf{D} = 0,$$

которое называется

Выражение для мнимой части обобщённой восприимчивости кристалла

$$\text{Im} \epsilon_{\lambda, \beta}(\omega) = -\pi \sum_{\alpha, \gamma} f_0(E_\alpha) [1 - f_0(E_{\alpha_1})] \{ B_{\alpha_1 \beta} \Phi_{\alpha_1 \beta} \delta(E_{\alpha_1} - E_\beta - \hbar\omega) - B_{\beta \alpha_1} \Phi_{\beta \alpha_1} \delta(E_{\alpha_1} - E_\beta + \hbar\omega) \}$$

называется

**С выбранными:**

Удалить | Переместить в >> | По умолчанию для Оптика "левых" сред (3) ▼

Рис. 5. Часть банка вопросов в составе дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE.

В дальнейшем из банка вопросов можно составлять тесты в качестве элемента в одном из тематических модулей дистанционного курса «Оптика "левых" сред». Правильная подборка физических задач и заданий в каждом тематическом модуле курса поможет закрепить изученный материал и подготовить студента с помощью курса «Оптика "левых" сред».

На рис. 6 представлено изображение элементов избранного тематического модуля дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE. На рис. 7 представлено

изображение первого вопроса теста в избранной теме дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE.

The screenshot shows a Moodle course interface. On the left, there are two vertical buttons: 'Навигация' (Navigation) and 'Настройки' (Settings). The main content area has a breadcrumb trail: 'Личный кабинет > Мои курсы > Оптика "левых" сред > 7. Электродинамические соотношения для "левых" сред'. Below this, there are navigation links: '< 6. Нанотехнологии получения фотонных кристаллов' and '8. Преломление оптической волны на границе раздела с "левой" средой >'. The current section is titled '7. Электродинамические соотношения для "левых" сред'. Underneath, there is a list of resources:

- К. Ю. Блюх, Ю. П. Блюх. Что такое левые среды и чем они интересны? // УФН, Т. 174. С. 439–447 (2004) документ PDF, 270.2Кбайт
- Шпатаковская Г. В. Квазиклассическая модель строения вещества // УФН. Т. 182. С. 457–494 (2012) документ PDF, 1.1Мбайт
- Электродинамика: Специальная теория относительности. Теория электромагнитного поля / сост. Е. А. Памятных. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 73 с.
- Ландау, Л. Д. Электродинамика сплошных сред / Л. Д. Ландау. – Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 532 с.
- Шостак, А. С. Электродинамика сплошных сред / А. С. Шостак. – Томск : ТУСУР, 2012. – 190 с.
- Тест по терминам электродинамики сплошных сред

At the bottom, there is another breadcrumb trail and a search box labeled 'Перейти на...'. A small icon is visible in the bottom left corner of the page.

Рис. 6. Элементы избранного тематического модуля дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE.

**Оптика "левых" сред**

Личный кабинет > Мои курсы > Оптика "левых" сред > 7. Электродинамические соотношения для "левых" сред > Тест по терминам электродинамики сплошных сред > Просмотр

**НАВИГАЦИЯ ПО ТЕСТУ**

1 2 3

Закончить попытку...

Начать новый просмотр

**Вопрос 1**

Пока нет ответа

Балл: 1,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Выберите правильную формулировку понятия о дискретно-непрерывной оптической среде.

Выберите один ответ:

- 1. Вне сферы Лоренца оптическая среда считается непрерывной, а внутри сферы Лоренца считается дискретной.
- 2. Вся оптическая среда считается однородной и непрерывной в отношении всех оптических свойств.
- 3. В качестве модели оптической среды выступает слой дискретных атомов вблизи поверхности оптической среды в пределах толщины скин-слоя, а внутри оптическая среда считается непрерывным объектом, обладающим спонтанной поляризацией.
- 4. Вне сферы Лоренца оптическая среда считается дискретной, а внутри сферы Лоренца считается непрерывной.
- 5. На поверхности среды есть дискретно распределённые примеси и примесные комплексы, а сама оптическая среда считается непрерывной.

Следующая страница

Рис. 7. Первый вопрос теста в избранной теме дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE.

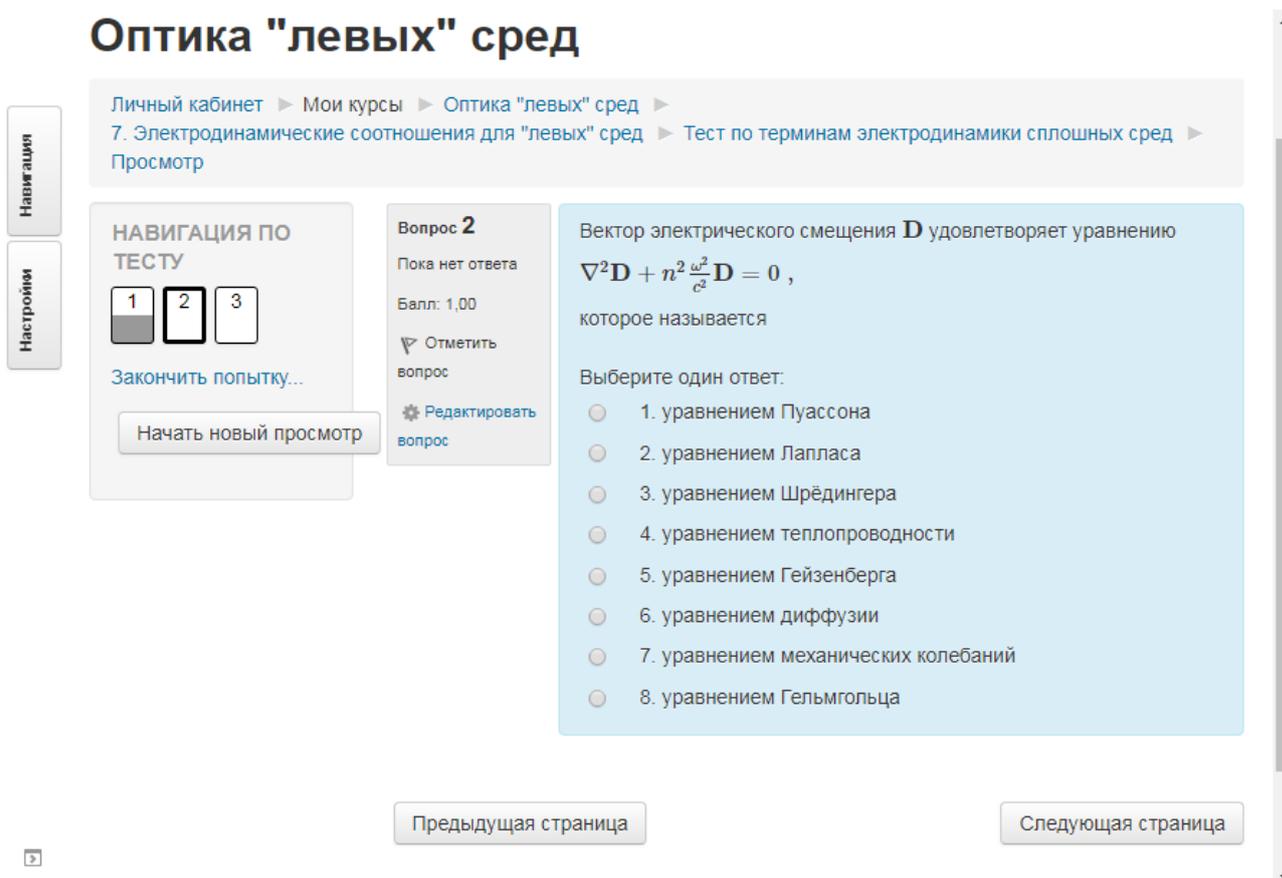


Рис. 8. Второй вопрос теста в избранной теме дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE.

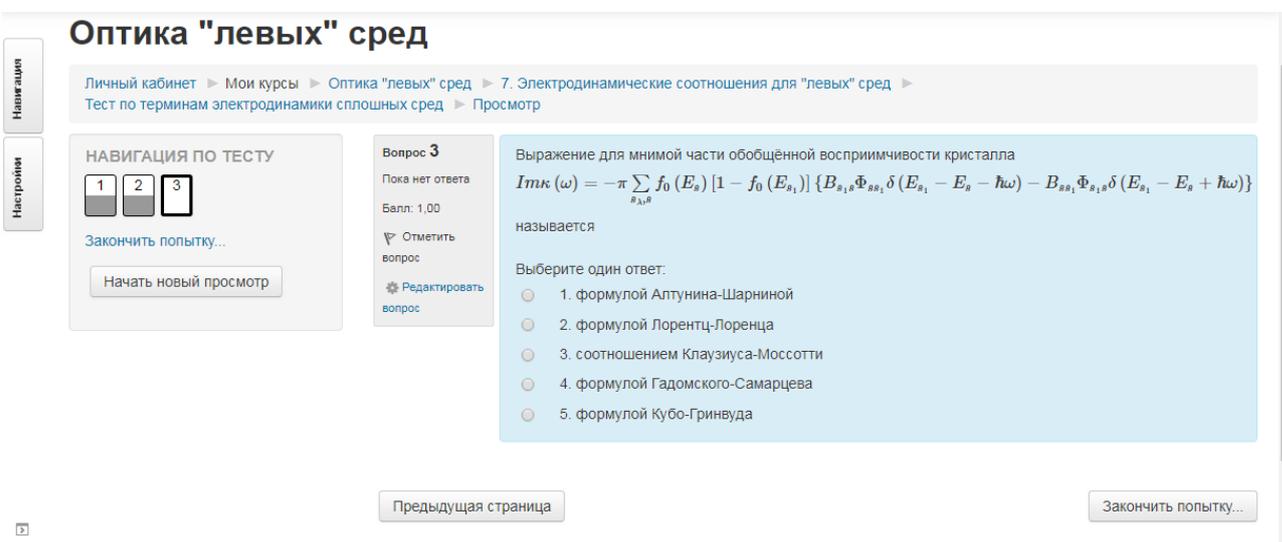


Рис. 9. Третий вопрос теста в избранной теме дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE.

Некоторые вопросы теста в избранной теме дистанционного курса «Оптика "левых" сред» изображены на рис. 8 и рис. 9.

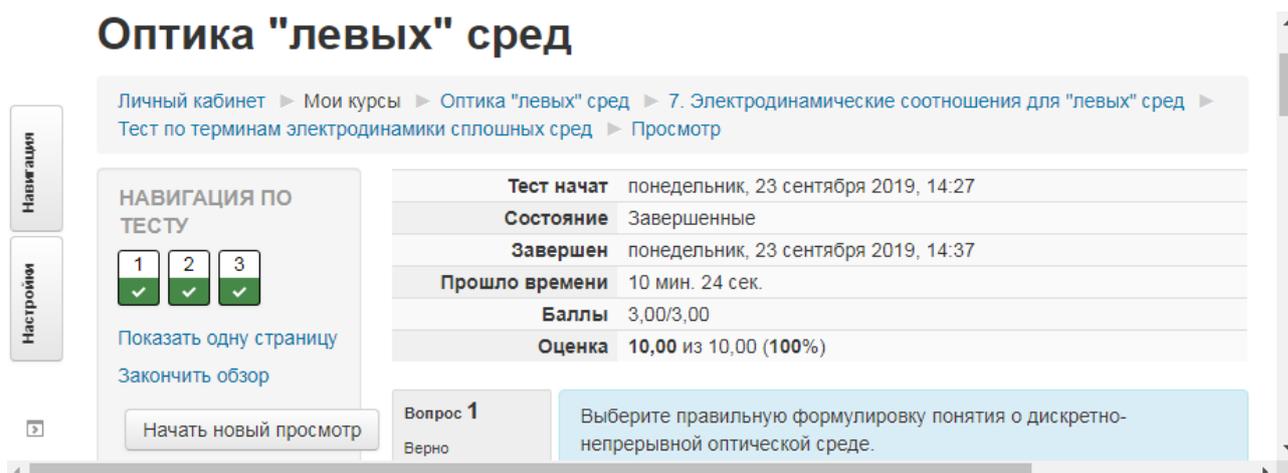


Рис. 10. Результат прохождения теста в избранной теме дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 10 представлен результат прохождения теста в избранной теме дистанционного курса «Оптика "левых" сред» в системе MOODLE. Курс «Оптика "левых" сред» знакомит студентов с основными физическими понятиями оптики "левых" сред. Метаматериалы как искусственные среды с субволновыми элементарными ячейками предлагают многообещающие подходы для передачи электромагнитных волн. Идеальная суперлинза в виде пластины с отрицательным показателем преломления может создать идеальное изображение [1]. Гиперлинза, созданная из материала с неопределённым тензором диэлектрической проницаемости (так называемый гиперболический метаматериал [2, 3]), позволяет превзойти дифракционный предел [4].

Итак, в работе описан результат разработки дистанционного курса «Оптика "левых" сред», который готов к началу использования в учебном процессе в университете, позволяет автоматизировать проверку знаний по оптике "левых" сред. Дистанционный курс «Оптика "левых" сред», созданный в системе управления обучением MOODLE, способствует систематизации хранения учебного материала по оптике "левых" сред. При изучении курса «Оптика "левых" сред» система дистанционного обучения MOODLE привносит то, что кроме основного курса по изучаемой дисциплине,

используется материал для подготовки в домашних условиях, который позволяет расширить учебное содержание, а также провести дифференциацию учебного материала в соответствии с индивидуальными потребностями и запросами студентов, изучающих курс. В качестве подтверждения гипотезы исследования спроектирован дистанционный курс «Оптика "левых" сред», позволяющий проводить обучение теоретическим основам оптике "левых" сред по традиционной, смешанной и дистанционной формам обучения с применением компьютеров. Дистанционный курс «Оптика "левых" сред», созданный в системе MOODLE, способен стать эффективным помощником, автоматизирующим наиболее трудоёмкие элементы труда преподавателя в процессе преподавания учебных дисциплин физико-математической направленности. Созданный дистанционный курс «Оптика "левых" сред» позволит планировать, организовывать и проводить изучение теоретического материала курса по оптике "левых" сред в дистанционной или смешанной форме обучения. Разработанный курс «Оптика "левых" сред» может занять особое место среди дистанционных курсов по физико-математической тематике, предназначенных для студентов физико-математических профилей подготовки университетов.

#### **Список использованных источников**

1. Pendry J. B. Negative refraction makes a perfect lens // Physical Review Letters. 2000. Vol. 85, no. 18. P. 3966-3969. URL: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.85.3966>.
2. Smith D. R., Schurig D. Electromagnetic wave propagation in media with indefinite permittivity and permeability tensors // Physical Review Letters. 2003. Vol. 90, no. 7. URL: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.90.077405>.
3. Hyperbolic metamaterials / A. Poddubny [et al.] // Nature Photonics. 2013. Vol. 7, no. 12. P. 948-957. URL: <https://doi.org/10.1038/nphoton.2013.243>.

4. Jacob Z., Alekseyev L. V., Narimanov E. Optical hyper-lens: far-field imaging beyond the diffraction limit // Optics Express. 2006. Vol. 14, no. 18. P. 8247. URL: <https://doi.org/10.1364/oe.14.008247>.