

## Секция 2

---

### Физико-математические науки

---

УДК 531.5  
ББК 22.313  
ГРНТИ 29.05.41  
ВАК 01.04.02

#### Разработка дистанционного курса по дисциплине по выбору по новейшим открытиям гравитационной физики

Е. Е. Волкова  <sup>1</sup>

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», 432071, Ульяновск, Россия*

Поступила в редакцию 12 мая 2022 года  
После переработки 19 мая 2022 года  
Опубликована 7 июня 2022 года

---

**Аннотация.** Рассматривается результат разработки материалов дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE. Описан результат процесса разработки материалов, заданий и вопросов в составе дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Для наполнения материалами темы по гравитационной физике в рамках дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE выполнен анализ теоретических материалов по гравитации, внедрены новые решения компоновки теоретических материалов в виде лекций и презентаций по гравитационной физике.

**Ключевые слова:** дистанционный курс, гравитационная физика, дисциплина по выбору, задания курса, вопросы курса

PACS: 04.20.Cv

---

<sup>1</sup>E-mail: liza\_volkova1999@mail.ru

## Введение

Целью работы является исследование процесса создания дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики. Для достижения поставленной цели сформулирована задача создания материалов, заданий и вопросов в составе дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE. Для наполнения материалов темы по гравитационной физике в рамках дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE выполнен анализ теоретических материалов по гравитации, внедрены новые решения компоновки теоретических материалов в виде лекций и презентаций по гравитационной физике.

Объектом исследования является дистанционный курс по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

Предметом исследования являются материалы дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

Новизна работы заключается в использовании систематических компьютерных методов контроля знаний по курсу по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

Гипотеза исследования состоит в том, что если выявить возможности использования курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE для образовательных программ бакалавриата педагогического направления подготовки с профилем подготовки в области физики и астрономии, то можно создать дистанционный курс по новейшим открытиям гравитационной физики с оптимальной модульной структурой и содержанием.

В качестве методов исследования используются методы теории и методики обучения новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE, а также компьютерные методы для создания дистанционного курса в системе управления обучением MOODLE.

В качестве материалов исследования выбраны теоретические и методические материалы курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE для образовательных программ бакалавриата педагогического направления подготовки с профилем подготовки в области физики и астрономии.

## Обзор работ по новейшим открытиям гравитационной физики

В статье [1] указано на важность квантовой природы гравитационного взаимодействия с материей в линеаризованной теории запутанности масс, индуцированной квантовой гравитацией. Показано, как квантовое взаимодействие запутывает стационарные состояния замкнутой системы (собственные состояния) двух пробных масс, помещенных в гармонические ловушки, и как такое квантовое взаимодействие материи-материи возникает из лежащего в основе квантового гравитационного поля. Полагаемся на квантовую теорию возмущений, подчеркивающую критические допущения для создания квантового взаимодействия материи и материи и показывающую, что классическое гравитационное поле не создает такой запутанности. Рассмотрены два различных примера: один, где два гармонических осциллятора статичны, и другой, где гармонические осцилляторы нестатичны. В обоих случаях именно квантовая природа гравитонов, взаимодействующих с гармоническими осцилляторами, ответственна за создание запутанного состояния с основным и возбужденными состояниями гармонических осцилляторов в качестве базиса Шмидта. Вычислено совпадение как критерий описанной выше запутанности и сравним два способа запутывания двух гармонических осцилляторов.

В статье [2] теоретически изучается и наблюдается экспериментально эволюция пе-

риодических цугов волн, используя пакеты поверхностных гравитационных волн на воде. Экспериментальная система позволяет наблюдать как амплитуду, так и фазу этих волновых пакетов. Для волн малой крутизны динамика распространения находится в линейном режиме, и эти волны разворачивают ковер Тальбота. За счёт увеличения крутизны волн и соответствующего нелинейного отклика волны следуют решению бризера Ахмедиева, где исчезают более высокочастотные периодические паттерны на дробном расстоянии Тальбота. Дальнейшее увеличение крутизны волны приводит к отклонениям от решения бризера Ахмедиева и к асимметричному нарушению волновой функции. В отличие от периодического возрождения, происходящего в линейном режиме, здесь гребни волн самоускоряются, а затем самозамедляются на половине расстояния Тальбота, завершая, таким образом, плавный переход периодической пачки импульсов на полпериода. Такие явления могут быть теоретически смоделированы с помощью уравнения Дисте.

В статье [3] рассмотрено влияние неминимальных связей на кривизну для трёх типов скаляров: бозона Хиггса, инфлатона и скалярного кандидата в темную материю. Вычислено количество темной материи, создаваемой этими неминимальными связями с гравитацией, и сравниваем с аналогичными результатами с минимальными связями. Вычислен также вклад в радиационную ванну при повторном нагреве. Основным эффектом является потенциальное увеличение максимальной температуры при повторном нагреве.

Для предлагаемых геоцентрических космических детекторов гравитационных волн, таких как TianQin, gLISA и GADFLI, возмущения гравитационного поля, то есть так называемый «орбитальный шум», от системы Земля-Луна на чувствительных межспутниковых лазерных интерферометрических измерениях должны тщательно оцениваться и учитываются в концептуальных исследованиях. Основываясь на TianQin, в статье [4] исследовано, как эффект с точки зрения частотных спектров меняется в зависимости от выбора орбитальной ориентации и радиуса с помощью исследований с одной переменной, и представляем соответствующие частоты спада, которые могут установить нижние границы целевых полос обнаружения. Результаты, в том числе особые случаи геостационарных орбит (gLISA/GADFLI) и повторяющихся орбит, могут стать полезным вкладом в проектирование орбит и созвездий для будущих геоцентрических миссий.

Общая теория относительности предсказывает только две тензорные поляризационные моды для гравитационных волн, в то время как в общей метрической теории гравитации допускается не более шести возможных поляризационных мод. Количество мод поляризации определяется конкретной модифицированной теорией гравитации. Поэтому определение режимов поляризации можно использовать для проверки теории гравитации. В статье [5] представлен конкретный конвейер анализа данных для космического детектора, такого как LISA, для обнаружения режимов поляризации гравитационных волн. Этот метод можно использовать для монохроматических гравитационных волн, излучаемых любой компактной двойной системой с известным положением на небе и частотой, для обнаружения смесей тензорных и экстраполяризационных мод. Использован источник J0806.3 + 1527 с данными моделирования за один год в качестве примера, чтобы показать, что этот подход способен исследовать чистые и смешанные поляризации, не зная точных мод поляризации. Обнаружено, что возможность обнаружения дополнительной поляризации зависит от местоположения источника гравитационных волн и амплитуды нетензорных составляющих.

В статье [6] предложено семейство моделей дилатонной гравитации, обладающих прыгающими решениями с внутренностями, соединяющими отдельные асимптотически плоские области. Показано, что внутренние горизонты Коши стабильны при опре-

деленных начальных условиях. Изучена причинно-следственная структура и оценены термодинамические свойства чёрных отскоков, используя евклидовы методы. Экстремальные отскоки имеют нулевую температуру и могут рассматриваться как остатки. Предполагается, что квантовые флуктуации могут растворять горизонты событий в случае черных отскоков, обеспечивая возможное разрешение информационного парадокса.

Проведённый анализ научной литературы по теории гравитации показал существование возрастающих потребностей в создании дистанционных курсов по новейшим открытиям гравитационной физики для педагогического образования с профилем по физике и математике в университетах. Анализ работ показывает актуальность создания курса по новейшим открытиям гравитационной физики.

## Результаты разработки дистанционного курса

Курс посвящён рассмотрению новейших открытий гравитационной физики в рамках программы бакалаврита педагогического направления подготовки с профилем по физике и математике. Для создания информационной поддержки изучения курса используются методы создания дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE. Курс планируется в рамках блока дисциплин по выбору в 8 семестре бакалавриата педагогического направления подготовки с профилем подготовки по физике и математике. Курс по новейшим открытиям гравитационной физики рассчитан на две зачётные единицы или 72 часа общей трудоёмкости. В составе курса запланировано 12 часов лекций и 20 часов практических занятий. На самостоятельную работу студентов на курсе отводится 40 часов. Итоговой формой отчётности курса по новейшим открытиям гравитационной физики является зачёт. Курс по новейшим открытиям гравитационной физики предназначен для студентов бакалавриата педагогического направления подготовки с профилем по физике и математике, или с профилем по физике и информатике, или с профилем по физике и астрономии.

Опишем основные элементы дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 1 изображена входная страница дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

На рис. 2 изображена первая часть тематических модулей дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE. В рамках первой темы рассматриваются физические свойства звёзд, теория образования галактик и крупномасштабные структуры во Вселенной. В рамках второй темы рассматриваются физические свойства чёрных дыр и объединения двух чёрных дыр в супермассивную чёрную дыру. В рамках третьей темы рассматриваются этапы развития Вселенной и современное укоренное расширение Вселенной. В рамках четвертой темы рассматривается стандартная космологическая модель.

На рис. 3 изображена вторая часть тематических модулей дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE. В рамках пятой темы рассматриваются различные модели инфляции и формирование структуры в моделях инфляции. В рамках шестой темы рассматриваются гравитационные волны и новейшие открытия в наблюдательной астрономии.

На рис. 4 изображены элементы четвертой темы дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE. В качестве элементов темы представлены лекция по стандартной космологической модели, поясняющие материалы, гиперссылки на литературные источники по теме.

Нанопизика

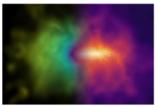
В начало / Курсы / Факультет физико-математического и технологического образования / Нанопизика

Категории курсов:

Факультет физико-математического и технологического образования / Нанопизика

Поиск курса

Новейшие открытия гравитационной физики



Преподаватель: Елизавета Волкова

Курс посвящён рассмотрению новейших открытий гравитационной физики. Курс читается в рамках блока дисциплин по выбору в 8 семестре бакалавриата педагогического направления подготовки с профилем подготовки по физике и математике. Объём курса составляет две зачётные единицы. В составе курса запланировано 12 часов лекций и 20 часов практических занятий. На самостоятельную работу студентов на курсу отводится 40 часов. Итоговой формой отчётности курса по новейшим открытиям гравитационной физики является зачёт.

Рис. 1. Входная страница курса по новейшим открытиям гравитационной физики, созданного в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 5 изображены элементы пятой темы дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE. В качестве элементов темы представлены лекция по моделям инфляции и формированию структуры в моделях инфляции, поясняющие материалы, гиперссылки на литературные источники по теме.

На рис. 6 изображена вторая часть элементов пятой темы дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE. Вторая часть элементов пятой темы дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики содержит пояснения по классификациям теорий гравитации и банк данных по хамелеонным теориям гравитации для различных космологических моделей.

На рис. 7 изображён элемент в виде лекции по различным моделям инфляции и формированию структуры в моделях инфляции в составе дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 8 изображена страница банка данных параметров теорий гравитации для различных космологических моделей в составе дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 9 изображена вторая часть одной из страниц банка данных параметров

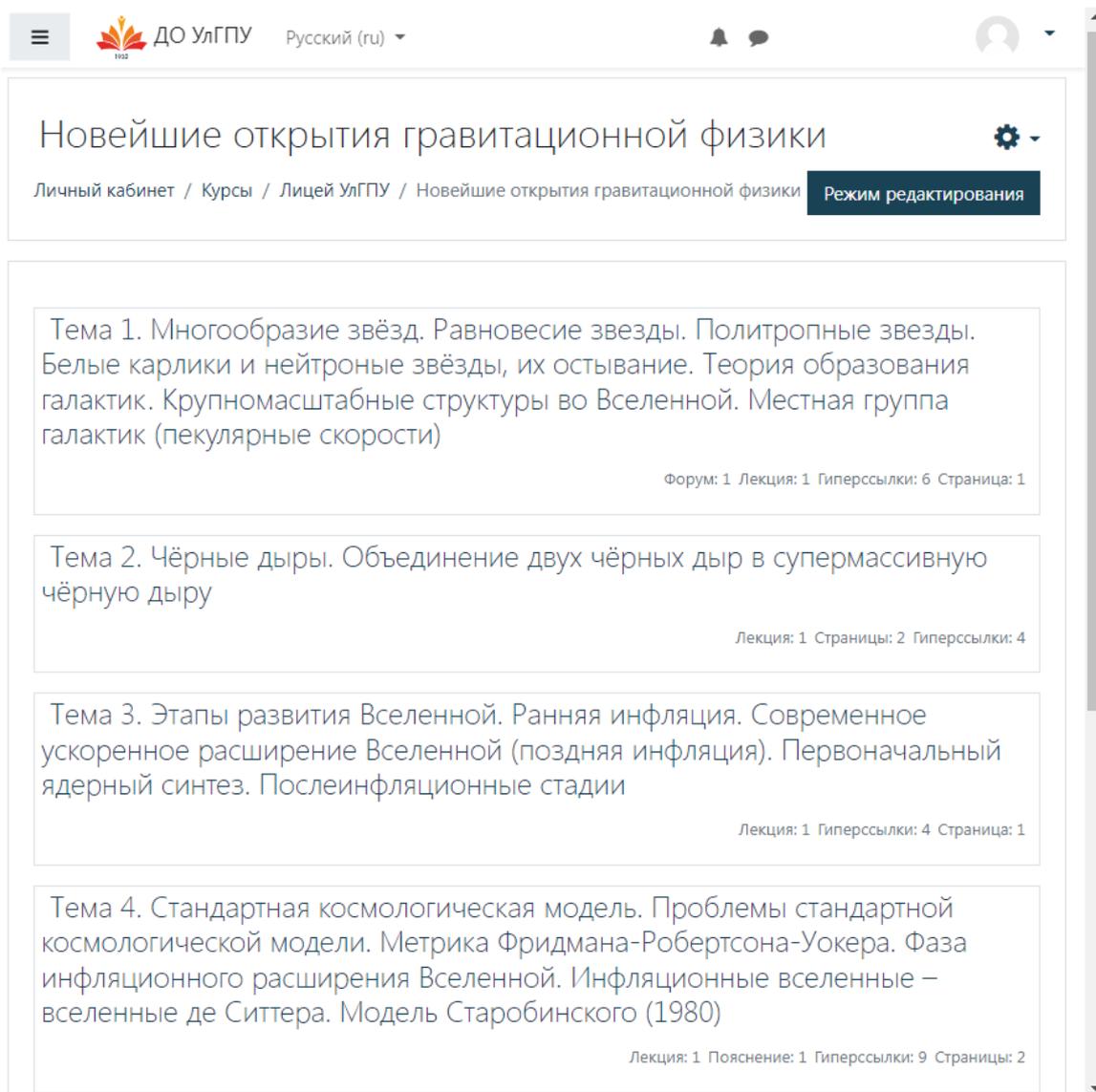


Рис. 2. Первая часть тематических модулей дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

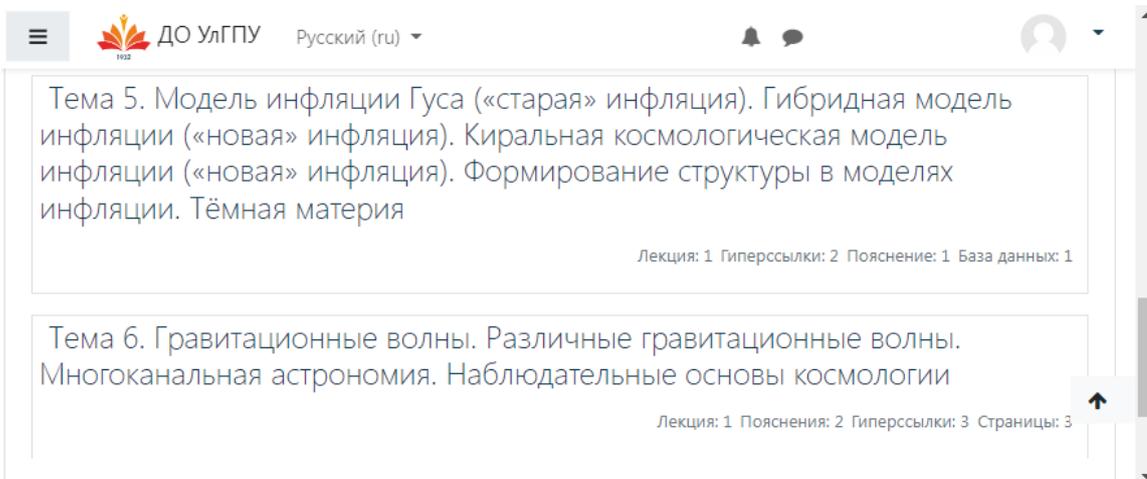


Рис. 3. Вторая часть тематических модулей дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

Рис. 4. Элементы четвёртой темы дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

теорий гравитации для различных космологических моделей в составе дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 10 изображена третья часть одной из страниц банка данных параметров теорий гравитации для различных космологических моделей в составе дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE. В составе банка данных параметров теорий гравитации классифицируются параметры хамелеонных теорий гравитации для различных космологических моделей на основе сравнения параметров общей теории относительности, теории Эйнштейна-Картана, теории Йордана-Бранса-Дикке и хамелеонных теорий гравитации.

В ходе выполнения работы выполнена разработка занятия по хамелеонным теориям гравитации для различных космологических моделей на основе сравнения параметров общей теории относительности и хамелеонных теорий гравитации в составе дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики. Для составления материалов лекции использованы наблюдательные данные астрофизики по ускоренному расширению Вселенной и данные теорий ускоренного расширения Вселенной на основе хамелеонных теорий гравитации.

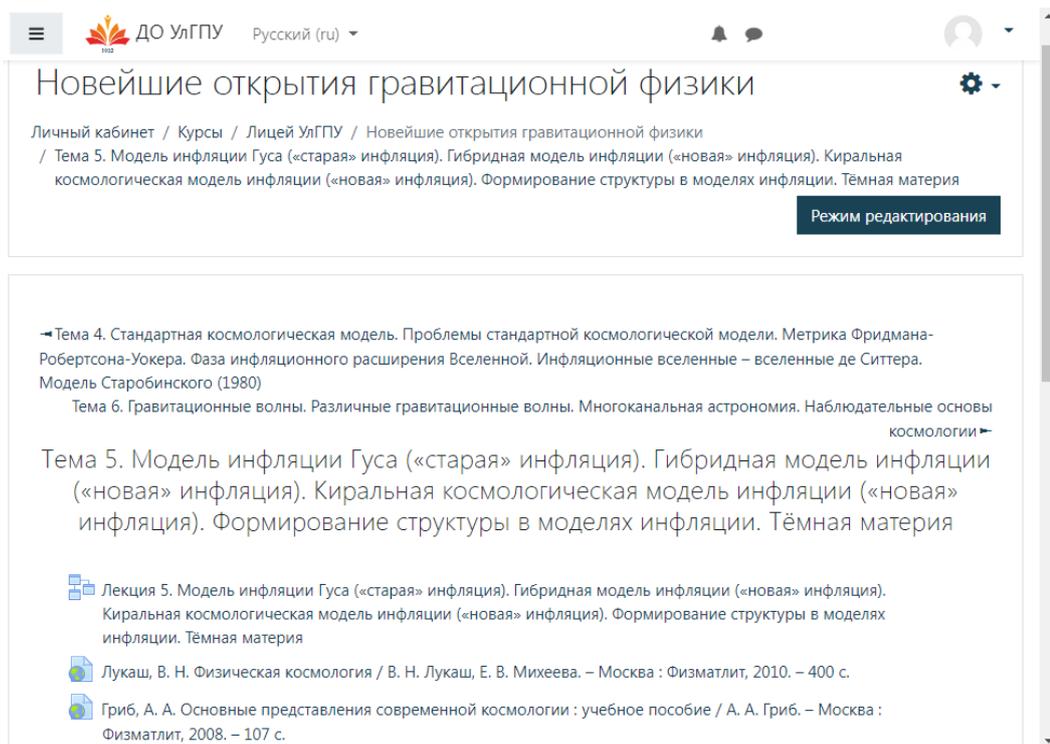


Рис. 5. Первая часть элементов пятой темы дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

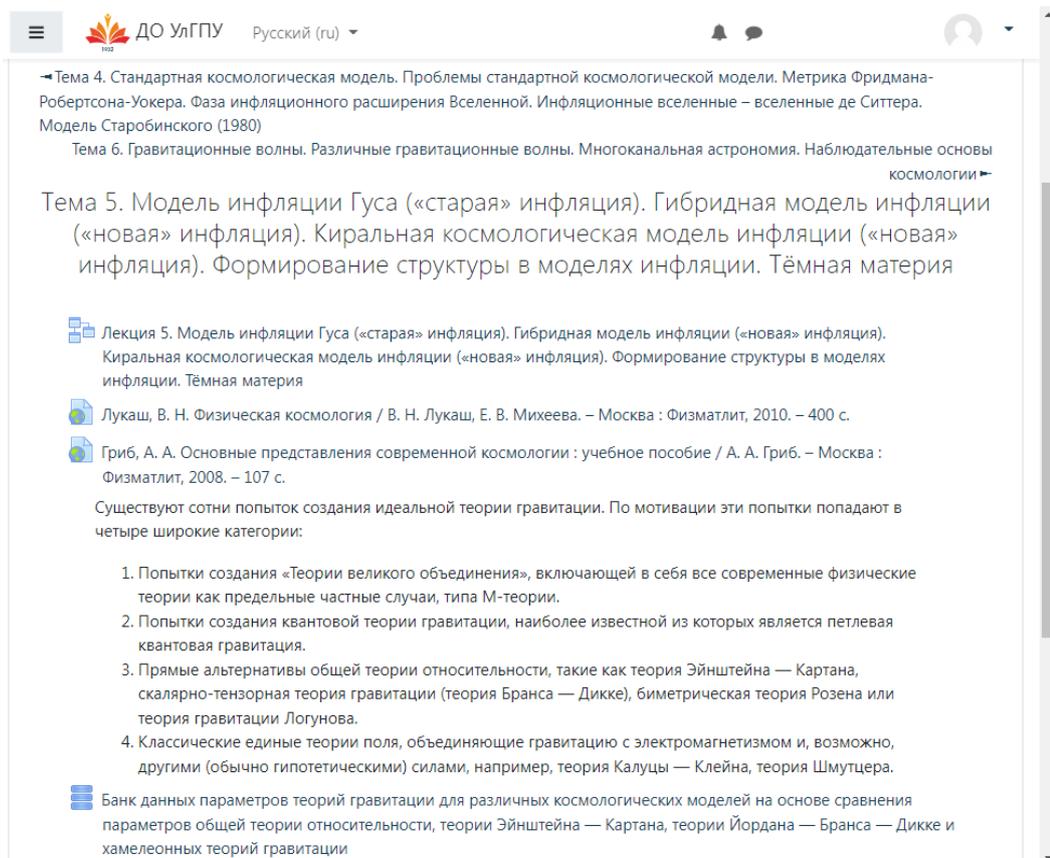


Рис. 6. Вторая часть элементов пятой темы дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

Лекция 5. Модель инфляции Гуса («старая» инфляция). Гибридная модель инфляции («новая» инфляция). Киральная космологическая модель инфляции («новая» инфляция). Формирование структуры в моделях инфляции. Тёмная материя

Разработка урока по хамелеонным теориям гравитации для различных космологических моделей на основе сравнения параметров общей теории относительности и хамелеонных теорий гравитации; параметров теории Эйнштейна — Картана и хамелеонных теорий гравитации; параметров теории Йордана — Бранса — Дикке и хамелеонных теорий гравитации.

Просмотр Редактировать Отчеты Оценить эссе

В физике XVII—XIX столетий доминирующей теорией гравитации была теория Ньютона. В настоящее время большинство физиков основной теорией гравитации считают общую теорию относительности, поскольку весь существующий массив экспериментов и наблюдений согласуется с ней. Однако общая теория относительности имеет ряд существенных проблем, что приводит к попыткам модификации ОТО или к представлению новых теорий.

Современные теории гравитации можно разбить на следующие основные классы:

- 1) Метрические теории гравитации. (Сюда относятся общая теория относительности, релятивистская теория гравитации Логунова, и другие)
- 2) Векторные теории гравитации
- 3) Биметрические теории гравитации (биметрическая теория Розена)
- 4) Квазилинейные теории гравитации
- 5) Тензорные теории гравитации
- 6) Скалярные теории гравитации. (Примером является теория Нордстрема)
- 7) Скалярно-тензорные теории гравитации. (Такова, в частности, теория Йордана—Бранса—Дикке)
- 8) Векторно-тензорные теории гравитации
- 9) Теории гравитации, альтернативные классической теории Ньютона. (Известными теориями являются гравитация Ле-Сажэ и модифицированная ньютоновская динамика)

Рис. 7. Элемент в виде лекции по различным моделям инфляции и формированию структуры в моделях инфляции в составе дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

## Заключение

В работе рассмотрено научно-методическое сопровождение процесса создания дистанционного курса «Новейшие открытия гравитационной физики». Дистанционный курс «Новейшие открытия гравитационной физики» разработан в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Разработана модульная структура дистанционного курса «Новейшие открытия гравитационной физики», позволяющая стимулировать темп продвижения по курсу в процессе изучения гравитационной физики. В составе дистанционного курса «Новейшие открытия гравитационной физики» созданы элементы в виде лекций и страниц с теоретическими материалами по гравитационной физике, позволяющие организовать автоматизированный контроль прохождения лекций по курсу «Новейшие открытия гравитационной физики». Систематизация теории по гравитационной физике позволила наполнить теоретическими материалами дистанционного курса «Новейшие открытия гравитационной физики» в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Курс «Новейшие открытия гравитационной физики» может быть использован при проведе-

Личный кабинет / Курсы / Лицей УлГПУ / Новейшие открытия гравитационной физики  
 / Тема 5. Модель инфляции Гуса («старая» инфляция). Гибридная модель инфляции («новая» инфляция). Киральная космологическая модель инфляции («новая» инфляция). Формирование структуры в моделях инфляции. Темная материя  
 / Банк данных параметров теорий гравитации для различных космологических моделей на основе сравнения параметров общей теории относительности, теории Эйнштейна — Картана, теории Йордана — Бранса — Дикке и хамелеонных теорий гравитации  
 / Поля

## Новейшие открытия гравитационной физики

### Банк данных параметров теорий гравитации для различных космологических моделей на основе сравнения параметров общей теории относительности, теории Эйнштейна — Картана, теории Йордана — Бранса — Дикке и хамелеонных теорий гравитации

Просмотр списком    Просмотр по одной записи    Поиск    Добавить запись    Экспортировать    Шаблоны

Поля    Заготовки

Название поля	Тип поля	Обязательно	Описание поля	Действия
Метрические теории гравитации	☰ Поле «Выпадающий список»	Да	Сюда относятся общая теория...	⚙️ 🗑️
Векторные теории гравитации	☰ Поле «Выпадающий список»	Да		⚙️ 🗑️
Биметрические теории гравитации	☰ Поле «Выпадающий список»	Да	Сюда относится ...	⚙️ 🗑️

Рис. 8. Банк данных параметров теорий гравитации для различных космологических моделей в составе дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

нии дисциплин по выбору, элективных курсов, организация проектной деятельности школьников в области исследований по физике и гравитационной физике.

Результат рассмотрения основ разработки дистанционного курса на примере дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики показал, что разработанный дистанционный курс по новейшим открытиям гравитационной физики восполняет пробел между передовыми научными сведениями и образовательными курсами в университетах. Разработанный дистанционный курс по новейшим открытиям гравитационной физики содержит сведения о новых физических идеях, явлениях и процессах в области гравитационной физики. Разработанная совокупность теоретических материалов по новейшим открытиям гравитационной физики позволила наполнить структуру лекционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики.

Показано, что использование дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики решает проблему систематизации теоретического материала, физических задач и заданий по гравитационной физике, а также обеспечивает планомерную выдачу физических задач и заданий, последовательный контроль и даёт рациональный

Теория гравитации	Поле	Да	Дополнительная информация
Квазилинейные теории гравитации	«Выпадающий список»	Да	
Тензорные теории гравитации	«Выпадающий список»	Да	
Скалярные теории гравитации	«Выпадающий список»	Да	
Скалярно-тензорные теории гравитации	«Выпадающий список»	Да	Такова, в частности, теория...
Векторно-тензорные теории гравитации	«Выпадающий список»	Да	
Теории гравитации, альтернативные классической теории Ньютона	«Выпадающий список»	Да	Известными теориями ...
Теории квантовой гравитации	«Выпадающий список»	Да	Теории квантовой ...
Каноническая квантовая гравитация	«Выпадающий список»	Да	
Петлевая квантовая гравитация	«Выпадающий список»	Да	
Полуклассическая гравитация	«Выпадающий список»	Да	
Причинная динамическая триангуляция	«Выпадающий список»	Да	
Евклидова квантовая гравитация	«Выпадающий список»	Да	
Уравнение Уилера—Девитта	«Выпадающий список»	Да	

Рис. 9. Вторая часть одной из страниц банка данных параметров теорий гравитации для различных космологических моделей в составе дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

Теория гравитации	Поле	Да	Дополнительная информация
Индукцированная гравитация	«Выпадающий список»	Да	
Некоммутативная геометрическая теория гравитации	«Выпадающий список»	Да	
Теории объединения различных физических взаимодействий	«Выпадающий список»	Да	Здесь можно указать теорию ...
Теория падающего пространства	«Выпадающий список»	Да	
Другие метрические теории гравитации	«Выпадающий список»	Да	
Неметрические теории наподобие теории Эйнштейна—Картана	«Выпадающий список»	Да	
Теория гравитации Рыкова	«Выпадающий список»	Да	
Теория космологической постоянной и квинтэссенции	«Выпадающий список»	Да	
Теории гравитации Моффата	«Выпадающий список»	Да	
Ковариантная теория гравитации	«Выпадающий список»	Да	

Рис. 10. Третья часть одной из страниц банка данных параметров теорий гравитации для различных космологических моделей в составе дистанционного курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE.

подход в преподавании курса по новейшим открытиям гравитационной физики.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если выявить возможности использования курса по новейшим открытиям гравитационной физики в системе управления обучением MOODLE для образовательных программ бакалавриата педагогического направления подготовки с профилем подготовки в области физики и астрономии, то можно создать дистанционный курс по новейшим открытиям гравитационной физики с оптимальной модульной структурой и содержанием, подтверждена полностью.

Созданный в работе дистанционный курс по новейшим открытиям гравитационной физики позволяет эффективно планировать, организовывать и проводить обучение по гравитационной физике с применением дистанционных технологий обучения.

### Список использованных источников

1. Mechanism for the quantum natured gravitons to entangle masses / Sougato Bose [et al.] // Physical Review D. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 10. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevd.105.106028>.
2. Periodic wave trains in nonlinear media: Talbot revivals, Akhmediev breathers, and asymmetry breaking / Georgi Gary Rozenman [et al.] // Physical Review Letters. — 2022. — may. — Vol. 128, no. 21. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.128.214101>.
3. Gravitational portals with nonminimal couplings / Simon Cléry [et al.] // Physical Review D. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 9. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevd.105.095042>.
4. Luo Chengjian, Zhang Xuefeng. Effect of Earth-Moon's gravity on TianQin's range acceleration noise. II. Impact of orbit selection // Physical Review D. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 10. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevd.105.102007>.
5. Detection of gravitational wave mixed polarization with single space-based detectors / Chao Zhang [et al.] // Physical Review D. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 10. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevd.105.104062>.
6. Fitkevich Maxim. Black bounces and remnants in dilaton gravity // Physical Review D. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 10. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevd.105.106027>.

### Сведения об авторах:

**Елизавета Евгеньевна Волкова** — студент магистратуры факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: [liza\\_volkova1999@mail.ru](mailto:liza_volkova1999@mail.ru)

ORCID iD  0000-0003-2849-7090

Web of Science ResearcherID  AAZ-9027-2020

# Development of a distance course in the discipline of choice on the latest discoveries of gravitational physics

E. E. Volkova 

*Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia*

Submitted May 12, 2022

Resubmitted May 19, 2022

Published June 7, 2022

---

**Abstract.** The result of the development of materials for a distance course on the latest discoveries of gravitational physics in the learning management system MOODLE is considered. The result of the process of developing materials, tasks and questions as part of a distance course on the latest discoveries of gravitational physics in the learning management system MOODLE on the educational portal of the university is described. To fill the topic materials on gravitational physics as part of a distance course on the latest discoveries of gravitational physics in the learning management system MOODLE, an analysis of theoretical materials on gravitation was performed, new solutions for the layout of theoretical materials in the form of lectures and presentations on gravitational physics were introduced.

**Keywords:** distance course, gravitational physics, elective discipline, course assignments, course questions

PACS: 04.20.Cv

---

## References

1. Mechanism for the quantum natured gravitons to entangle masses / Sougato Bose [et al.] // Physical Review D. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 10. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevd.105.106028>.
2. Periodic wave trains in nonlinear media: Talbot revivals, Akhmediev breathers, and asymmetry breaking / Georgi Gary Rozenman [et al.] // Physical Review Letters. — 2022. — may. — Vol. 128, no. 21. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.128.214101>.
3. Gravitational portals with nonminimal couplings / Simon Cléry [et al.] // Physical Review D. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 9. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevd.105.095042>.
4. Luo Chengjian, Zhang Xuefeng. Effect of Earth-Moon's gravity on TianQin's range acceleration noise. II. Impact of orbit selection // Physical Review D. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 10. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevd.105.102007>.
5. Detection of gravitational wave mixed polarization with single space-based detectors / Chao Zhang [et al.] // Physical Review D. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 10. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevd.105.104062>.
6. Fitkevich Maxim. Black bounces and remnants in dilaton gravity // Physical Review D. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 10. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevd.105.106027>.

**Information about authors:**

**Elizaveta Evgenievna Volkova** — Master’s student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: liza\_volkova1999@mail.ru

ORCID iD  0000-0003-2849-7090

Web of Science ResearcherID  AAZ-9027-2020