Секция 2

Науки об образовании

2.1 Теория и методика обучения и воспитания

Научная статья
УДК 372.853
ББК 74.489
ГРНТИ 14.35.09
ВАК 5.8.2.
PACS 04.20.Cv
OCIS 000.2060
MSC 83D05

Педагогическое проектирование учебного модуля по современным моделям осциллирующей Вселенной для подготовки будущих учителей физики

Н. В. Криворотова [1]

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

Поступила в редакцию 19 мая 2026 года
После переработки 21 мая 2026 года
Опубликована 30 июня 2026 года

Аннотация. Рассматриваются результаты педагогического проектирования учебного модуля по современным моделям осциллирующей Вселенной для подготовки будущих учителей физики. Обосновывается целесообразность использования современных космологических сюжетов не как набора готовых сведений, а как материала для различения наблюдательных данных, модельных допущений, гипотез и проверяемых следствий. Предлагается структура модуля, объединяющая анализ стандартной космологической модели и циклических сценариев развития Вселенной, а также критическое рассмотрение авторских осциллирующих гипотез. Описаны учебные действия, диагностические показатели и варианты заданий, направленных на развитие модельного мышления, анализа доказательств, критической оценки и аргументации. Сделан вывод о том, что дидактически корректное сопоставление космологических моделей может стать средством формирования научного мышления при условии явного обозначения статуса каждого утверждения и границ его обоснованности.

[1] E-mail: n_krivorotova@bk.ru

Ключевые слова: научное мышление, подготовка учителя физики, космологическая модель, осциллирующая Вселенная, физическая космология, критическое мышление, учебный модуль, педагогическое проектирование

Введение

Современная физика ориентирована не только на усвоение готовых знаний, но и на понимание способов их получения и обоснования. Космология, соединяющая математическое моделирование и наблюдательные данные, создаёт продуктивный контекст для такой подготовки. Современная подготовка будущего учителя физики предполагает освоение не только предметного содержания, но и способов получения, проверки и аргументирования научного знания. Особенно продуктивным контекстом для такой подготовки является космология: в ней выводы строятся на сопоставлении математических моделей, косвенных наблюдений и статистической интерпретации данных. Материалы космической миссии Planck, наблюдения барионных акустических осцилляций DESI и данные тайминга пульсаров демонстрируют, что одно и то же эмпирическое поле может быть описано через несколько конкурирующих объяснительных схем [1–3].

Вместе с тем при изучении современной космологии возникает риск подмены научного анализа пересказом эффектных сюжетов. Для будущего учителя принципиально важно различать: непосредственно измеряемые величины; параметры, получаемые после выбора модели; теоретические допущения;гипотезы, которые требуют независимой проверки. Это требование особенно значимо при обсуждении осциллирующих, циклических сценариев, где наряду с академическими моделями существуют авторские концепции с различной степенью теоретической разработанности и эмпирического подтверждения [4–7].

Подготовка будущего учителя физики предполагает освоение способов научного рассуждения: сопоставления моделей, анализа доказательств и определения границ применимости выводов. История становления моделей расширяющейся Вселенной показывает значение согласования математических описаний, эмпирических оснований и критического обсуждения альтернатив [8, 9]. Однако дискуссионные космологические сюжеты в вузовском курсе обычно служат лишь иллюстрацией. Поэтому актуальна разработка модуля, в котором модели осциллирующей Вселенной применяются для развития научного мышления.

Цель работы состоит в обосновании и описании дидактической конструкции учебного модуля по современным моделям осциллирующей Вселенной, направленного на развитие научного мышления будущих учителей физики. В статье не предпринимается попытка установить преимущество одной космологической модели над другой. Напротив, предлагается способ организации учебной деятельности, при котором обучающиеся учатся сопоставлять статус утверждений, анализировать основания моделей и формулировать выводы с указанием границ уверенности.

Для достижения цели поставлены следующие задачи исследования:

1. проанализировать источники по методикам преподавания моделей развития Вселенной,
2. определить содержательные и дидактические основания учебного модуля по современным моделям осциллирующей Вселенной,
3. разработать проблемные задания для учебного модуля по современным моделям осциллирующей Вселенной,
4. предложить критерии оценки динамики научного мышления в рамках изучения учебного модуля по современным моделям осциллирующей Вселенной.

Объектом исследования является процесс профессиональной подготовки будущих учителей физики в магистратуре. Предметом исследования является содержание, формы организации и диагностические средства учебного модуля по современным моделям осциллирующей Вселенной, направленного на развитие научного мышления магистрантов. Осциллирующие модели понимаются как циклические сценарии и сценарии отскока, затрагивающие смену фаз сжатия и расширения, сингулярность, энтропию и наблюдаемые следствия. Они рассматриваются как материал для анализа проверяемых гипотез и их ограничений.

Научная новизна работы состоит в интеграции современного космологического содержания и методики развития научного мышления будущих учителей физики в едином модульном формате. Материал отбирается по критериям научной корректности, проблемности, сопоставимости альтернативных объяснений, доступности источников и возможности методического переноса. Центральной единицей модуля является исследовательское задание, требующее отделять наблюдательный факт от интерпретации, выявлять допущения модели, формулировать проверяемый вопрос и аргументировать вывод.

Методологическую основу составляют идеи научности и проблемности обучения физике, представления о модели как средстве объяснения и прогнозирования, компетентностный и деятельностный подходы. Применяются анализ, сопоставление, систематизация и обобщение научной, учебно-методической и нормативной литературы; сравнительный анализ космологических моделей; педагогическое проектирование. В ходе апробации предусматриваются входная и итоговая диагностика, анализ письменных и методических работ студентов, самооценка, качественный и количественный анализ результатов. Критерии ориентированы на оценку аргументации, работы с моделями и переноса способов рассуждения в новую ситуацию [10, 11].

Содержательные основания проектирования учебного модуля

Стандартная космологическая модель описывает эволюцию однородной и изотропной Вселенной с помощью уравнений общей теории относительности и набора параметров, определяемых по наблюдательным данным. В упрощенном виде динамика масштабного фактора $a\,(t)$ выражается первым уравнением Фридмана:

$$H^2 = \left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{8\pi G}{3}\rho - \frac{kc^2}{a^2} + \frac{\Lambda c^2}{3}\ . \qquad (1)$$

Здесь H характеризует темп расширения, ρ – плотность энергии и вещества, k – параметр пространственной кривизны, Λ – космологическая постоянная. Сама формула не определяет единственный сценарий эволюции: результат зависит от состава материи, значений параметров, начальных условий и физической интерпретации входящих величин. Поэтому её использование в обучении оправдано не только как средство решения вычислительных задач, но и как точка входа в анализ структуры модели.

Наблюдательные программы задают ограничения, с которыми должны соотноситься любые альтернативные космологические построения. Итоговый анализ данных спутника Planck уточняет параметры ΛCDM по данным реликтового микроволнового излучения [1]. Измерения DESI по барионным акустическим осцилляциям позволяют анализировать историю расширения через космологическую «стандартную линейку» [2]. Наногерцовый гравитационно-волновой фон, выявленный по данным NANOGrav, демонстрирует, что один сигнал допускает несколько астрофизических и космологических интерпретаций [3]. Для учебного модуля важен именно этот методологический вывод: наблюдение не совпадает с объяснением наблюдения.

Модели космологического отскока рассматривают переход от стадии сжатия к стадии расширения без классической начальной сингулярности. В обзорных работах подчеркивается, что привлекательность идеи отскока сопровождается трудностями: необходимостью указать физический механизм перехода, исследовать устойчивость решения, учесть анизотропию и согласовать предсказания с наблюдаемыми свойствами ранней Вселенной [4, 5]. Следовательно, с точки зрения дидактики корректное знакомство с такими сценариями должно включать не только описание идеи «отскока», но и анализ условий её применимости и проблем, которые остаются открытыми.

Отдельную группу составляют авторские осциллирующие гипотезы, связывающие космологическую динамику с чёрными дырами, гравитационным излучением и изменением гравитационной массы системы. В работах Н. Горькавого и А. Василькова предложено модифицированное уравнение типа Фридмана для системы с переменной гравитационной массой [6]. В другой публикации Н. Горькавый интерпретирует возможный наногерцовый гравитационно-волновой фон как следствие процессов в предшествующей фазе сжатия и формулирует наблюдательный признак, который, по мысли автора, может отличать этот вариант от других объяснений [7]. В учебном модуле такие работы целесообразно предъявлять как авторские, проверяемые гипотезы: обучающийся должен уметь назвать их предпосылки, следствия и необходимые независимые проверки.

Научное мышление как целевой результат учебного модуля

В педагогической литературе научное мышление связывают с действиями, которые позволяют ставить вопросы, формулировать гипотезы, строить и использовать модели, анализировать данные и обосновывать выводы. Исследование С. Хан и М. Крэлл показывает, что у будущих учителей естественно-научных дисциплин эти умения развиты неравномерно: одни обучающиеся увереннее работают с фактическим материалом, другие обучающиеся увереннее работают с моделированием или планированием исследования [12]. Поэтому результат учебного модуля следует описывать не общим утверждением «развитие мышления», а через конкретные наблюдаемые действия.

М. Крэлл, А. Ворхольцер и А. Неринг обосновывают переход от глобального измерения научного рассуждения к более детальному описанию компетенций: необходимо учитывать знания, познавательные операции, действия в конкретной ситуации и контекст задания [13]. А. Гарсия-Кармона разграничивает научное и критическое мышление, рассматривая их как самостоятельные, но взаимосвязанные процессы: первое ориентировано на построение объяснения на основе доказательств, второе ориентировано на оценку качества аргументов и выбор наиболее обоснованной позиции среди альтернатив [14].

Для подготовки будущего учителя физики это означает, что обсуждение космологических моделей должно приводить к двоякому результату. С одной стороны, магистрант осваивает сложное естественно-научное содержание и понимает границы его применимости. С другой стороны, он приобретает опыт педагогического преобразования этого содержания: учится формулировать вопрос, подбирать источник, строить задание, оценивать ответ и предупреждать некорректные обобщения. Такой подход согласуется с исследованиями, подчеркивающими необходимость обновления содержания физического образования, развития физического мышления и исследовательской деятельности будущих педагогов [15–17].

Принципы отбора содержания и организации учебной деятельности

Проектирование модуля предлагается осуществлять на четырех принципах. Первым принципом является доказательная прозрачность. Каждый используемый тезис должен быть отнесен к одному из типов: наблюдательный факт, модельный параметр, теоретическое следствие, авторская гипотеза или интерпретация. Вторым принципом является сопоставимость. Альтернативные модели сравниваются по одинаковым основаниям: исходным предпосылкам, механизму динамики, объясняемым явлениям, предсказаниям и ограничениям. Третьим принципом является фальсифицируемость. Обучающийся должен видеть, какое наблюдение могло бы усилить, ослабить или опровергнуть конкретную гипотезу. Четвёртым принципом является педагогическая трансформация: научный материал завершается созданием задания, которое может быть использовано в будущей работе учителя.

Содержательная линия «модели и данные» включает работу с сокращенными фрагментами научных публикаций и визуализациями результатов Planck, DESI и PTA-наблюдений. Её задача состоит в том, чтобы сформировать различение между измерением и интерпретацией. Линия «сингулярность и отскок» направлена на сопоставление стандартной динамики и циклических сценариев. Линия «авторская гипотеза» предлагает реконструировать логику конкретной осциллирующей модели без заранее заданной оценки её истинности. Наконец, линия «педагогическая трансформация» связывает научный анализ с разработкой учебного задания для школьников или студентов.

Учебный модуль выстроен вокруг четырёх содержательных линий модуля, каждая из которых опирается на определённый научный материал, предполагает формирование конкретных учебных действий и завершается созданием ожидаемого продукта. Первая линия по моделям и данным базируется на таких источниках, как CMB, BAO и PTA-наблюдения [1–3]; в её рамках учащиеся учатся различать данные, физические параметры и интерпретации, а итоговым результатом становится карта «данные–модель–вывод». Вторая линия по сингулярности и отскоку посвящена циклическим сценариям [4, 5]; здесь основное учебное действие состоит в сопоставлении предпосылок, физических механизмов и ограничений разных подходов, а продуктом работы выступает сравнительная матрица моделей. Третья линия связана с авторской осциллирующей гипотезой и опирается на представления о переменной гравитационной массе и PTA-фоне [6, 7]; в ходе её освоения учащиеся выявляют проверяемые следствия и допущения гипотезы, формируя в качестве итогового продукта карту аргументации и вопросов проверки. Наконец, четвёртая линия по педагогической трансформации ориентирована на методику преподавания физики и исследовательскую подготовку [15–17]; она направлена на развитие умения проектировать проблемные задания и критерии их оценки, а её результатом становится фрагмент занятия либо методический кейс.

Математическая и графическая опора сравнения моделей

Использование математических выражений в модуле не предполагает построения полноценного курса по релятивистской космологии. Его цель состоит в том, чтобы показать студентам различие между общим математическим аппаратом и конкретной физической реализацией модели. Например, для иллюстрации периодической динамики может быть использована условная функция:

$$a\,(t) = a_{\min} + A\frac{1-\cos\left(2\pi t/T\right)}{2}\ . \qquad (2)$$

В этой записи a_min задаёт ненулевой минимальный масштаб, A – амплитуду цикла, T – его период. Формула не является выводом конкретной космологической теории и не

описывает реальные наблюдения; она служит дидактической моделью, позволяющей визуально различить монотонное расширение и циклическое изменение масштабного фактора. Обсуждение такой схемы помогает студентам отделить математический образ от физического объяснения того, почему модель могла бы иметь именно такую форму.

Диагностика развития научного мышления

Диагностическая часть модуля должна проверять не объем запомненных терминов, а качество мыслительных действий. Для этого предлагается использовать входные и итоговые задания, имеющие одинаковую логическую структуру, но различный предметный материал. Например, на входе студент анализирует краткое сообщение о реликтовом излучении, а на выходе студент выдаёт фрагмент о гравитационно-волновом фоне или альтернативной модели. В обоих случаях от него требуется классифицировать утверждения, выделить доказательства, назвать ограничения и сформулировать аргументированный вывод.

В качестве рабочего показателя для анализа результатов может использоваться интегральный индекс научного мышления $I_{\text{нм}}$. Он не заменяет психометрически валидированную методику и не должен интерпретироваться как абсолютная характеристика личности. Его функция состоит в том, чтобы обеспечить прозрачное сопоставление нескольких компонентов в рамках конкретного учебного модуля:

$$I_{\text{нм}} = \frac{D + M + E + A}{4} \, . \tag{3}$$

где D – различение факта, модели и гипотезы, M – понимание структуры модели, E – анализ доказательств и ограничений, A – качество аргументации. Каждый компонент целесообразно оценивать по трехбалльной рубрике. Такая процедура согласуется с представлением о научном рассуждении как о совокупности взаимосвязанных, но не тождественных умений [12, 13].

Рубрика диагностики компонентов научного мышления включает четыре ключевых показателя. По критерию на различение статуса утверждений на низком уровне (0 баллов) испытуемый не различает факт, интерпретацию и гипотезу; на базовом уровне (1–2 балла) он способен различать отдельные типы утверждений; на продвинутом уровне (3 балла) он способен корректно классифицировать утверждения и обосновывает проведённое различение. В рамках показателя на анализ модели при низком уровне учащийся ограничивается пересказом содержания без выделения допущений; на базовом уровне он называет отдельные параметры или предпосылки модели; на продвинутом он называет умело связывает между собой допущения, механизм работы модели, её следствия и ограничения. При оценке работы с доказательствами низкий уровень проявляется в том, что учащийся просто ссылается на источник, не оценивая его роль в аргументации; на базовом уровне он способен указать отдельные данные или аргументы; на продвинутом уровне он способен сопоставлять имеющиеся данные, рассматривает альтернативные варианты и оценивает степень уверенности в выводах. Наконец, по параметру на аргументацию и педагогический перенос на низком уровне формулируется бездоказательный вывод; на базовом уровне приводится частичное обоснование; на продвинутом уровне строится полноценный вывод, включающий основания, ограничения и соответствующее учебное задание.

Результаты проектирования учебного модуля и их обсуждение

Результатом проведённого проектирования является структура модуля объёмом 24 академических часа, в которой космологическое содержание и развитие научного мышления организованы как единый процесс. Каждая содержательная линия завершается

конкретным образовательным продуктом: картой аргументации, сравнительной матрицей моделей, анализом фрагмента научной публикации или разработанным методическим кейсом. Благодаря этому оценка результата опирается не только на тестовые ответы, но и на качество действий студента с источниками, моделями и доказательствами.

Предлагаемая конструкция позволяет избежать двух крайностей. Первая крайность состоит в некритическом представлении авторской осциллирующей модели как установленного знания. Вторая крайность состоит в отказе от обсуждения современных дискуссионных тем из-за их сложности. В модуле авторские гипотезы рассматриваются как содержательный материал для научной экспертизы: студент учится задавать к ним те же вопросы, которые применимы к любой модели, что является исходным допущением, какое следствие выводится, какие данные релевантны, какова область применимости и что может служить опровержением.

Практическая ориентированность обеспечивается включением педагогической задачи. Например, магистранту предлагается подготовить для старшеклассников короткое задание по различению «наблюдения» и «объяснения» на материале сообщений о гравитационных волнах. Такое задание должно содержать источник, вопрос, ожидаемый ход рассуждения и критерии оценки. В дальнейшем апробация модуля может быть организована как педагогический эксперимент с входной и итоговой диагностикой, анализом образовательных продуктов, самооценкой и экспертной оценкой. Системный характер подготовки будущего учителя, включая связь содержательной и практической составляющих, поддерживается исследованиями по исследовательской деятельности и методическим практикумам [16, 17].

Заключение

Предложенный учебный модуль связывает космологическое содержание с развитием четырёх компонентов научного мышления: различения статуса утверждений, анализа структуры модели, оценки доказательств и аргументированной коммуникации. Таблицы, формулы и схематический график выполняют в нём не иллюстративную, а учебно-исследовательскую функцию: они побуждают студента переходить от описания к постановке вопроса о предпосылках, следствиях и границах применимости. Современные модели осциллирующей Вселенной могут быть продуктивно включены в подготовку будущих учителей физики при соблюдении научной корректности содержания и специально организованной деятельности по анализу моделей. Наблюдательные данные, стандартная ΛCDM-модель и циклические сценарии развития Вселенной, а также отдельные авторские гипотезы должны быть представлены в разных статусах и сопоставлены по одинаковым критериям.

Разработана концепция модуля из четырёх блоков: нестационарная Вселенная и стандартная модель; циклические сценарии и сценарии отскока; критическое рассмотрение авторской версии осциллирующей модели; педагогическое применение полученных знаний. Разработана структура модуля объёмом 24 академических часа, включающая четыре блока: «Модели и данные», «Сингулярность и отскок», «Авторская осциллирующая модель», «Педагогическая трансформация». Для каждого блока определены виды деятельности и образовательные продукты: карта аргументации, сравнительная матрица моделей, анализ фрагмента научной публикации и методический кейс. Определены индикаторы научного мышления: различение факта, гипотезы и модели; соотнесение утверждения с источником и данными; полнота аргументации; указание границ применимости модели. Предложены четыре диагностических показателя: различение статуса утверждений, анализ структуры модели, оценка доказательств и аргументированная коммуникация.

В настоящей статье описаны результаты педагогического проектирования, но не содержатся эмпирические данные о приросте показателей у студентов, изучающих учебный модуль по современным моделям осциллирующей Вселенной. Получение таких данных является задачей следующего этапа по апробации учебного модуля на конкретной выборке с соблюдением требований к диагностическим материалам, условиям проведения и интерпретации результатов.

Показано, что современная космология может быть содержательной основой развития научного мышления при соблюдении доказательной прозрачности и академической нейтральности. Стандартная ΛCDM-модель и циклические сценарии, а также авторские гипотезы должны предъявляться как модели с различным статусом обоснованности.

Практическая ценность работы состоит в возможности использования материалов учебного модуля в магистерских дисциплинах по современной физике, астрономии и методике обучения физике. Перспективой дальнейшей работы является апробация модуля и анализ её результатов на основе предложенной рубрики и комплекса качественных и количественных методов.

Список использованных источников

1. Planck 2018 results: VI. Cosmological parameters / N. Aghanim [et al.] // Astronomy and astrophysics. — 2020. — Sept. — Vol. 641. — P. A6. — URL: http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201833910.

2. DESI 2024 VI: cosmological constraints from the measurements of baryon acoustic oscillations / A.G. Adame [et al.] // Journal of cosmology and astroparticle physics. — 2025. — Feb. — Vol. 2025, no. 02. — P. 021. — URL: http://dx.doi.org/10.1088/1475-7516/2025/02/021.

3. The NANOGrav 15 yr data set: evidence for a gravitational-wave background / Gabriella Agazie [et al.] // The astrophysical journal letters. — 2023. — June. — Vol. 951, no. 1. — P. L8. — URL: http://dx.doi.org/10.3847/2041-8213/acdac6.

4. Battefeld Diana, Peter Patrick. A critical review of classical bouncing cosmologies // Physics reports. — 2015. — Apr. — Vol. 571. — P. 1–66. — URL: http://dx.doi.org/10.1016/j.physrep.2014.12.004.

5. Brandenberger Robert, Peter Patrick. Bouncing cosmologies: progress and problems // Foundations of physics. — 2017. — Feb. — Vol. 47, no. 6. — P. 797–850. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/s10701-016-0057-0.

6. Gorkavyi Nick, Vasilkov Alexander. A modified Friedmann equation for a system with varying gravitational mass // Monthly notices of the Royal Astronomical Society. — 2018. — Feb. — Vol. 476, no. 1. — P. 1384–1389. — URL: http://dx.doi.org/10.1093/mnras/sty335.

7. Gorkavyi N. Gravitational wave background discovered by NANOGrav as evidence of a cyclic universe // New Astronomy. — 2022. — Feb. — Vol. 91. — P. 101698. — URL: http://dx.doi.org/10.1016/j.newast.2021.101698.

8. Vizgin Vladimir. The expanding Universe: at the crossroads of historical and scientific concepts (to the 100th anniversary of the discovery of A. A. Fridman) // Science management: theory and practice. — 2022. — June. — Vol. 4, no. 2. — P. 233–256. — URL: http://dx.doi.org/10.19181/smtp.2022.4.2.19.

9. Vizgin Vladimir. Standard models in physics and cosmology: formation, relationship and Russia's contribution to their development // Science management: theory and practice. — 2025. — June. — Vol. 7, no. 2. — P. 129–145. — URL: http://dx.doi.org/10.19181/smtp.2025.7.2.7.

10. Voronina Ludmila Valentinovna, Ozerova Tamara Sergeevna. Model for forming the ceritical thinking of future mining engineers and geological engineers in the process of learning mathematics // Pedagogical education in Russia. — 2021. — no. 5. — P. 67–78. — URL: http://dx.doi.org/10.26170/2079-8717_2021_05_08.

11. Ozerova Tamara Sergeevna, Voronina Ludmila Valentinovna. Critical thinking in the professional activity of future mining engineers-geologists // Pedagogical education in Russia. — 2021. — no. 3. — P. 150–156. — URL: http://dx.doi.org/10.26170/2079-8717_2021_03_17.

12. Khan Samia, Krell Moritz. Patterns of scientific reasoning skills among pre-service science teachers: a latent class analysis // Education sciences. — 2021. — Oct. — Vol. 11, no. 10. — P. 647. — URL: http://dx.doi.org/10.3390/educsci11100647.

13. Krell Moritz, Vorholzer Andreas, Nehring Andreas. Scientific reasoning in science education: from global measures to fine-grained descriptions of students' competencies // Education sciences. — 2022. — Jan. — Vol. 12, no. 2. — P. 97. — URL: http://dx.doi.org/10.3390/educsci12020097.

14. Garcia-Carmona Antonio. Scientific thinking and critical thinking in science education: two distinct but symbiotically related intellectual processes // Science and education. — 2023. — Sept. — Vol. 34, no. 1. — P. 227–245. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/s11191-023-00460-5.

15. Purysheva N. S., Isaev D. A. Current porblems of physics school education in the Russian Federation // Pedagogical education in Russia. — 2020. — no. 6. — P. 8–15. — URL: http://dx.doi.org/10.26170/po20-06-01.

16. Perevoshikova E. N. DEscription of educational results of training future physics teachers to research activities // Russian journal of education and psychology. — 2024. — June. — Vol. 15, no. 3. — P. 57–78. — URL: http://dx.doi.org/10.12731/2658-4034-2024-15-3-522.

17. Евстафьева К. С., Пурышева Н. С. Состояние и пути совершенствования практической подготовки будущего учителя физики // Философия образования. — 2024. — Mar. — Т. 24, № 1. — С. 130–146. — URL: http://dx.doi.org/10.15372/PHE20240109.

Сведения об авторах:

Наталья Владимировна Криворотова — студент очной магистратуры факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: n_krivorotova@bk.ru

ORCID iD 0009-0000-0638-0727

Web of Science ResearcherID PMW-6808-2026

Original article
PACS 04.20.Cv
OCIS 000.2060
MSC 83D05

Pedagogical design of a training module on modern models of the oscillating Universe for the training of future physics teachers

N. V. Krivorotova

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted May 19, 2026
Resubmitted May 21, 2026
Published June 30, 2026

Abstract. This article examines the results of the pedagogical design of a training module on modern models of the oscillating Universe for the training of future physics teachers. It substantiates the feasibility of using modern cosmological concepts not as a set of ready-made information, but as a means of distinguishing between observational data, model assumptions, hypotheses, and testable consequences. A module structure is proposed that combines an analysis of the standard cosmological model and cyclical scenarios for the development of the Universe, as well as a critical examination of the author's oscillating hypotheses. Learning activities, diagnostic indicators, and assignment options aimed at developing model thinking, evidence analysis, critical evaluation, and argumentation are described. It is concluded that a didactically correct comparison of cosmological models can become a means of developing scientific thinking, provided the status of each statement and the limits of its validity are clearly defined.

Keywords: scientific thinking, physics teacher training, cosmological model, oscillating universe, physical cosmology, critical thinking, curriculum module, pedagogical design

References

1. Planck 2018 results: VI. Cosmological parameters / N. Aghanim [et al.] // Astronomy and astrophysics. — 2020. — Sept. — Vol. 641. — P. A6. — URL: http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201833910.

2. DESI 2024 VI: cosmological constraints from the measurements of baryon acoustic oscillations / A.G. Adame [et al.] // Journal of cosmology and astroparticle physics. — 2025. — Feb. — Vol. 2025, no. 02. — P. 021. — URL: http://dx.doi.org/10.1088/1475-7516/2025/02/021.

3. The NANOGrav 15 yr data set: evidence for a gravitational-wave background / Gabriella Agazie [et al.] // The astrophysical journal letters. — 2023. — June. — Vol. 951, no. 1. — P. L8. — URL: http://dx.doi.org/10.3847/2041-8213/acdac6.

4. Battefeld Diana, Peter Patrick. A critical review of classical bouncing cosmologies // Physics reports. — 2015. — Apr. — Vol. 571. — P. 1–66. — URL: http://dx.doi.org/10.1016/j.physrep.2014.12.004.

5. Brandenberger Robert, Peter Patrick. Bouncing cosmologies: progress and problems // Foundations of physics. — 2017. — Feb. — Vol. 47, no. 6. — P. 797–850. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/s10701-016-0057-0.

6. Gorkavyi Nick, Vasilkov Alexander. A modified Friedmann equation for a system with varying gravitational mass // Monthly notices of the Royal Astronomical Society. — 2018. — Feb. — Vol. 476, no. 1. — P. 1384–1389. — URL: http://dx.doi.org/10.1093/mnras/sty335.

7. Gorkavyi N. Gravitational wave background discovered by NANOGrav as evidence of a cyclic universe // New Astronomy. — 2022. — Feb. — Vol. 91. — P. 101698. — URL: http://dx.doi.org/10.1016/j.newast.2021.101698.

8. Khan Samia, Krell Moritz. Patterns of scientific reasoning skills among pre-service science teachers: a latent class analysis // Education sciences. — 2021. — Oct. — Vol. 11, no. 10. — P. 647. — URL: http://dx.doi.org/10.3390/educsci11100647.

9. Krell Moritz, Vorholzer Andreas, Nehring Andreas. Scientific reasoning in science education: from global measures to fine-grained descriptions of students' competencies // Education sciences. — 2022. — Jan. — Vol. 12, no. 2. — P. 97. — URL: http://dx.doi.org/10.3390/educsci12020097.

10. Garcia-Carmona Antonio. Scientific thinking and critical thinking in science education: two distinct but symbiotically related intellectual processes // Science and education. — 2023. — Sept. — Vol. 34, no. 1. — P. 227–245. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/s11191-023-00460-5.

11. Purysheva N. S., Isaev D. A. Current porblems of physics school education in the Russian Federation // Pedagogical education in Russia. — 2020. — no. 6. — P. 8–15. — URL: http://dx.doi.org/10.26170/po20-06-01.

12. Perevoshikova E. N. DEscription of educational results of training future physics teachers to research activities // Russian journal of education and psychology. — 2024. — June. — Vol. 15, no. 3. — P. 57–78. — URL: http://dx.doi.org/10.12731/2658-4034-2024-15-3-522.

13. Evstafieva K. S., Purysheva N. S. The current state and ways to improve the practical training of future physics teachers // Philosophy of education. — 2024. — Mar. — Vol. 24, no. 1. — P. 130–146. — URL: http://dx.doi.org/10.15372/PHE20240109.

14. Vizgin Vladimir. The expanding Universe: at the crossroads of historical and scientific concepts (to the 100th anniversary of the discovery of A. A. Fridman) // Science management: theory and practice. — 2022. — June. — Vol. 4, no. 2. — P. 233–256. — URL: http://dx.doi.org/10.19181/smtp.2022.4.2.19.

15. Vizgin Vladimir. Standard models in physics and cosmology: formation, relationship and Russia's contribution to their development // Science management: theory and practice. — 2025. — June. — Vol. 7, no. 2. — P. 129–145. — URL: http://dx.doi.org/10.19181/smtp.2025.7.2.7.

16. Voronina Ludmila Valentinovna, Ozerova Tamara Sergeevna. Model for forming the ceritical thinking of future mining engineers and geological engineers in the process of learning mathematics // Pedagogical education in Russia. — 2021. — no. 5. — P. 67–78. — URL: http://dx.doi.org/10.26170/2079-8717_2021_05_08.

17. Ozerova Tamara Sergeevna, Voronina Ludmila Valentinovna. Critical thinking in the professional activity of future mining engineers-geologists // Pedagogical education in Russia. — 2021. — no. 3. — P. 150–156. — URL: http://dx.doi.org/10.26170/2079-8717_2021_03_17.

Information about authors:

Natalia Vladimirovna Krivorotova — 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: n_krivorotova@bk.ru

ORCID iD 0009-0000-0638-0727

Web of Science ResearcherID PMW-6808-2026