

## ТЕХНОЛОГИИ МООС КАК БАЗА ДЛЯ РЕШЕНИЯ АКТУАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ПЕРЕХОДА К МАССОВОМУ ИНДИВИДУАЛИЗИРОВАННОМУ ФИЗИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ: ПРОБЛЕМЫ И ИХ АПРОБИРОВАННЫЕ РЕШЕНИЯ

Чирцов А. С.<sup>1,2</sup>, доктор техн. наук, профессор, [alex\\_chirtsov@mail.ru](mailto:alex_chirtsov@mail.ru)  
Никольский Д. Ю.<sup>3</sup>, кандидат техн. наук, профессор-ассистент по исследованиям,  
[djnicolsky@alaska.edu](mailto:djnicolsky@alaska.edu)  
Курашова С. А.<sup>4</sup>, старший преподаватель, [sakurashova@yandex.ru](mailto:sakurashova@yandex.ru)

<sup>1</sup> Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический Университет «ЛЭТИ»

им. В. И. Ульянова (Ленина), ул. Профессора Попова, д. 5, корп. 3, 197376, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Университет Аляски, 1731 Саут Шандлар Драйв Фэрбенкс, АК 99775, Фэрбенкс, США

<sup>4</sup> Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Кронверский пр., 49, 197101, Россия, Санкт-Петербург, Россия

### Аннотация

Различные аспекты использования технологии МООС в современном очном и заочном обучении рассматриваются на основе накопленного опыта создания, публикации и поддержки пяти онлайн-курсов по физике для учащихся разных возрастных и целевых групп. Анализируются актуальные варианты развития системы онлайн-обучения по курсам физики. Предложены конкретные способы решения проблем, вызванных различиями в интернет-образовании и фундаментальном образовании. На основе проведенного анализа обсуждаются новые подходы к МООС-обучению как способу решения проблемы организации массового индивидуального образования. В качестве возможных путей комплексных решений сформулированных актуальных проблем предлагаются следующие шаги:

- 1) создание фундаментальных образовательных ресурсов по базовым знаниям, защищенных от некачественных интерпретаций,
- 2) новые взвешенные подходы к разработке методов автоматизации разработки электронного образовательного контента,
- 3) внедрение электронного учебного тестирования с имитацией диалога с обучающимся на основе автоматизированного анализа его ответов и адаптации электронной системы к уровню отдельных пользователей.

Предлагаются конкретные версии программных решений, осуществляющих эти действия, а также примеры их практического использования в учебном процессе.

**Ключевые слова:** *высшее образование, фундаментальное образование, онлайн-обучение, дистанционное обучение, МООС-технологии, новые подходы, апробация, интерактивные обучающие тесты, ядро знаний.*

**Цитирование:** Чирцов А. С., Никольский Д. Ю., Курашова С. А. Технологии МООС как база для решения актуальной задачи перехода к массовому индивидуализированному физическому образованию: проблемы и их апробированные решения // Компьютерные инструменты в образовании. 2019. № 1. С. 68–78. doi: 10.32603/2071-2340-2019-1-68-78

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие технологий МООС (массовых открытых онлайн-курсов) и рост их популярности требует серьезного обсуждения вопросов соответствия новых реалий онлайн-образования общепризнанным традициям российских педагогических школ в области физико-математических наук, всегда рассматривавших в качестве приоритетных задач интенсификацию и персонализацию работы с обучаемыми. Необходимость внимания к этой теме продиктована целым рядом взаимосвязанных обстоятельств:

- Гиперпопулярность МООС-курсов, растущая в условиях триумфального развития интернет-культуры.
- Падение привлекательности фундаментального образования.
- Экономический кризис, который заставляет распределителей ресурсов оптимизировать расходы в областях, не обеспечивающих быстрого возврата инвестиций, к которым относится и образование.
- Мировые тенденции к снижению личной ответственности за результаты деятельности.
- Мировые тенденции к замене необходимого контроля и комплексного анализа результатов простыми и формальными рейтинговыми показателями.

Онлайн-курсы привлекли внимание значительной части участников традиционного очного образования благодаря их доступности и демократичности, удобству выбора места и времени для просмотра, возможности простого включения в контент различных типов электронных образовательных ресурсов (ЭОР), в том числе компьютерные модели и интерактивные виртуальные эксперименты. МООС-образование открывает для заинтересованной студенческой аудитории принципиальные возможности доступа к удаленному одно- и двустороннему общению с всемирно известными лидерами научной и педагогической элиты и расширяет поле для педагогического творчества у начинающих преподавателей. Для заметной части участников образовательного процесса и его администраторов привлекателен миф о снижении ресурсозатрат на массовое обучение за счет разработки собственных оригинальных курсов и контроля качества их освоения обучаемыми. Зарубежные поставщики образовательных услуг и контента, представленные ведущими зарубежными университетами, изначально поддержали развитие МООС-обучения, увидев в нем эффективный канал саморекламы и новое поле для конкурентной борьбы. Однако беспрецедентный рост популярности цифровых форм образования стал вызывать у ведущих университетов серьезную озабоченность реальной перспективой вытеснения традиционных форм классического образования.

В России деятельность в области развития МООС возникла с некоторой задержкой и на первых этапах была связана с попытками решить две принципиально разные задачи: расширение ассортимента на рынке гипervостребованных в России, но не занимающих лидирующих позиций на мировом уровне коммерческих образовательных услуг в областях экономики, менеджмента, юриспруденция и др. и одновременного сохранения для будущих поколений уникальных и признанных в мире достижений российских

научных и образовательных школ в генерации и передаче фундаментальных знаний по естественнонаучным и физико-математическим дисциплинам. Востребованная и быстро развивающаяся область удаленного обучения компьютерным технологиям и методам разработки MOOC-контента заняла промежуточное положение между названными главными полюсами.

Интерес отечественных университетов к продуктам MOOC как к визитной карточке образовательных учреждений начал расти по мере накопления опыта разработки отечественного on-line контента. Следующим этапом стало появление инновационных идей оптимизации преподавательского состава посредством замены традиционных образовательных методик онлайн-обучением. Призыв Высшей школы экономики заменить преподавателей, не имеющих высокорейтинговых публикаций по конкретным темам своих дисциплин, цифровыми средствами обучения является красноречивой иллюстрацией новых тенденций в современном образовании. Отношение же к MOOC их потенциальных разработчиков — высококвалифицированных преподавателей — остается достаточно настороженным. Во всяком случае, на предшествующих этапах массовой компьютеризации образования активность в области создания ресурсов электронного обучения (интерактивные компьютерные модели, видео, тесты и т. д.) была значительно выше.

## 2. АУДИТОРИЯ СОВРЕМЕННОГО ФИЗИЧЕСКОГО ON-LINE ОБРАЗОВАНИЯ

Рост популярности on-line образования, возлагаемые на него надежды и естественное желание повышения эффективности новых форм обучения требует анализа имеющегося опыта MOOC-обучения и его результатов. Следующие данные основаны на статистиках, полученных авторами при анализе отзывов различных категорий учащихся на прослушанные ими on-line курсы по физике, предназначенные для разных категорий слушателей — старшекласников, студентов технических направлений и обучающихся в бакалавриатах физико-математических специальностей:

- Весьма заметный факт сравнительно низкого интереса к дополнительному онлайн-образованию у учащихся, осваивающих аналогичные курсы в рамках традиционного очного обучения, представляется несколько неожиданным и весьма важным. Возникает закономерный вопрос: свидетельствует ли он о недостаточном качестве on-line обучения по сравнению с традиционным очным обучением или может быть объяснен определенной психологической неподготовленностью потенциальных слушателей к новым формам подачи материала.
- Мотивацией значительной части записывающихся на MOOC-курсы студентов является надежда, что электронная аттестация будет менее обременительной по сравнению с очным экзаменом. Указанная категория прекращает посещение MOOC после первой аттестации, если успешное прохождение последней требует усвоения материала на уровне активного и творческого использования, то есть приближается к требованиям очной формы обучения. Представители этой категории студентов редко участвуют в электронных форумах, посвященных обсуждению сложных вопросов курсов.
- При смешанном очном и on-line обучении в ходе очного контроля результатов большинство студентов испытывает серьезные трудности при попытках пройти очный контроль части знаний, полученных в ходе заочного on-line обучения.
- Гораздо более высокую активность в онлайн-обучении демонстрируют учащиеся, чей возраст и уровень подготовленности определяют низкую вероятность их параллельного обучения на аналогичном очном курсе. К ним относятся хорошо мо-

тивированные слушатели, не получившие качественной подготовки по тематике выбранного ими МООС, но нуждающиеся в ней. Вопросы этой категории слушателей и их выступления в дискуссиях по курсу, как правило, носят очень общий и качественный (а не количественный) характер и часто приводят к не всегда конструктивным дискуссиям.

- Характерно, что профессиональные преподаватели — это категория слушателей, которые наиболее полно и качественно осваивают материалы МООС в современных форматах. Как правило, они выступают в качестве слушателей либо с целью повышения своего профессионального уровня, либо ради общения с коллегой-автором, иногда преследуя цели самоутверждения.
- Отдельную группу слушателей составляют активные сторонники псевдонаучных дискуссий и представители антинауки, имеющие цель использовать онлайн-ресурсы в качестве платформы для распространения своих идей и попыток дискредитировать реальную науку. Вполне оправданно и даже полезно предотвращать любые попытки этой категории пользователей навязать дискуссию на страницах курса. Подобные ограничения не должны рассматриваться как ущемление традиционной для Интернета открытости и демократизма. Открытые дискуссии с представителями антинауки могут и должны вестись в Интернет-сообществе, но не на фоне изложения учебного материала, а на ресурсах, создаваемых и сопровождаемых самими представителями альтернативной науки, которые мало кем посещаются, кроме самих их авторов.

Еще на первых этапах компьютеризации образования автор этих строк сформулировал общий принцип, согласно которому замена традиционных форм обучения на компьютерные оправдана только в тех случаях, когда последние дают новые возможности и преимущества по сравнению со стандартными подходами и методами. К таким преимуществам МООС относятся:

- Удобство использования разнообразных ЭОР в рамках достаточно близких к традиционному очному обучению on-line лекций, позволяющих существенно расширить стандартные возможности (демонстрация ресурсоемких расчетов, обучающие видеоролики, компьютерные модели, онлайн-трансляции из удаленных лабораторий, исторических мест и т. д.).
- Значительный прогресс в решении проблемы организации встреч в одной пространственно-временной точке все более занятых квалифицированных преподавателей и активных студентов, расширение возможности самостоятельно выбирать время и место для чтения и прослушивания курса [1].
- Возможность решения очень амбициозной и актуальной задачи организации массового индивидуального обучения, ориентированного на индивидуальные потребности, интересы и способности студента; именно это направление развития образовательных технологий сегодня привлекает все большее число профессионалов [2].
- Существенная демократизация и интернационализация образования.

Эти преимущества не означают целесообразности замены традиционного очного обучения на электронное сегодня или в обозримом будущем. МООС-ресурсы должны стать разумным и дружественным дополнением к очным формам обучения.

Необходимо учитывать, что выход дистанционного обучения на господствующие позиции в сфере качественного образования вряд ли возможен в ближайшее время в силу ряда объективных препятствий:

- Отсутствие в используемых в настоящее время средах для разработки и публикации МООС-средств для качественного контроля освоения материала [3].
- Современная ориентация онлайн-обучения на создание законченных авторских курсов, несмотря на то, что работа авторских коллективов над отдельными оригинальными модулями была бы более продуктивной.
- Приоритет формы над содержанием (например, достаточно жесткое ограничение длительности фильмов-лекций).
- Заказчики МООС-курсов заинтересованы в создании массовых, а не элитных курсов.
- Популярность в «интернет-среде» у малоподготовленной, малоискушенной аудитории упрощённых, поверхностных курсов с громкими названиями и даже псевдонаучных курсов с явно искажёнными идеями и результатами.

Характерно, что отмеченные и вытекающие из них сопутствующие проблемы становятся систематически обсуждаемыми и в современных публикациях, посвященных on-line образованию. Например, в [4] отмечается, что «инновационные технологии становятся проблемой, усложняющей бремя студентов» настолько, что становится актуальным введение института тьюторов, специализирующихся не в предметных областях, а в системе электронного образования. Уже поставлен вопрос о целесообразности дополнения традиционного обучения такой новой формой взаимодействия преподавателя со студентом, «как тьюторское сопровождение электронного курса, которое становится необходимой частью современного учебного процесса» [4, с. 60].

Пути решения этих проблем и результаты апробации оригинальных идей на разработанных и используемых на практике курсах [5–9] обсуждались в целом ряде публикаций и докладов, представленных на многих конференциях.

### 3. МНОГОУРОВНЕВЫЙ ПОДХОД

Приоритетным направлением является работа по созданию многоуровневого интерактивного курса физики, построенного на модульной основе и позволяющего студенту самостоятельно (или с помощью тьютора) выбрать индивидуальную образовательную траекторию и, в случае необходимости, непосредственно в процессе обучения корректировать ее. Отметим заслуженную популярность построенных по аналогичному принципу учебных пособий для студентов инженерных специальностей [10, 11]. В настоящее время тестируется следующая модель многоуровневого интерактивного мультимедийного курса по физике.

Первый (базовый) уровень соответствует требованиям, предъявляемым к выпускникам общеобразовательных учреждений, планирующим продолжить учебу на естественнонаучных факультетах вузов и высших учебных заведений технического профиля, специализирующихся в области подготовки инженерно-технических кадров для работы в наукоемких областях промышленности, IT, медицины и др. Этот же уровень даёт доступный способ освоения базовых знаний тем, кто в дальнейшем планирует изучать курс более высокой сложности. Изложение материала осуществляется преимущественно на концептуально-качественном уровне. Основные идеи фундаментальной физики иллюстрируются самыми простыми и очевидными примерами из повседневной практики, мира живой и неживой природы или увлекательными фактами из истории развития науки. Математический аппарат не требует от студентов владения высшей математикой.

Второй уровень ориентирован на учащихся общеобразовательных школ с углублённым изучением физики и математики. Он также может быть рекомендован студентам нефизических специальностей, изучающим курс современного естествознания. Здесь используются нетривиальные и интересные примеры из современной науки, техники и технологий. Это углубляет понимание фундаментальных основ курса, изложенных на первом уровне. Кроме того, используется более сложный математический аппарат в описании основных физических законов, чтобы подготовить аудиторию к более широкому их использованию.

Третий уровень соответствует расширенной версии курса общей физики для студентов бакалавриата технических вузов. Идеи, представленные на базовом уровне, разработаны и сформулированы на языке высшей математики, адекватном современной технической физике. Рассмотрены примеры численного моделирования физических систем и варианты их аналитического описания, в которых ярко проявляются особенности изучаемых физических закономерностей. При этом особое внимание уделяется методам численного моделирования как безальтернативному варианту описания и расчета сложных систем и явлений.

Последний (четвертый) уровень ориентирован на студентов физических факультетов и индивидуальных слушателей, способных справиться с постепенно нарастающей сложностью физических моделей, асимптотически приближающихся к реальности. Основной целью материалов данного уровня является повышение интереса студента к физике во всей ее полноте и взаимосвязях с другими естественными науками и математикой. Традиционное образование на этом уровне сопровождается приобретением студентами навыков самостоятельного исследования.

Наряду с официально полноформатными курсами, на инициативной основе создаются отдельные модули в условном формате "out-of-doors". В порядке эксперимента в ходе их разработки допускаются определенные нарушения норм, наблюдаемых в МООС, в тех случаях, когда это представляется оправданным с точки зрения интересов обучения.

#### 4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Интересным и полезным оказался тот факт, что заказчики МООС-курсов предпочитали записывать интервью с ведущими учёными и преподавателями в заведомо нерабочей обстановке: во время активного отдыха на природе — на горнолыжном курорте или в туристическом походе, во время путешествий и экскурсий.

Выбор темы активного отдыха и путешествий в качестве фона интересен для студентов, специализирующихся в области естественных наук, обычно склонных к активным исследованиям в своей профессиональной сфере и за ее пределами. Наиболее предпочтительными являются случаи соответствия между фоновым видео и рассматриваемой темой. Хорошими примерами являются обсуждение пропорциональности между инерционной и гравитационной массами тел на фоне Пизанской башни, решение уравнения распространения нелинейных волн на фоне морского прибоя, а также объяснение идеи расчета градиента в четырехмерном пространстве-времени во время катания на лыжах [9]. Если видеоряд соответствует обсуждаемой теме, яркие положительные впечатления не только подарят аудитории эмоциональную разгрузку, но и будут способствовать запоминанию. Вставки профессионально-юмористического характера — это еще один вид on-line пауз, понятных и приятных будущим специалистам.

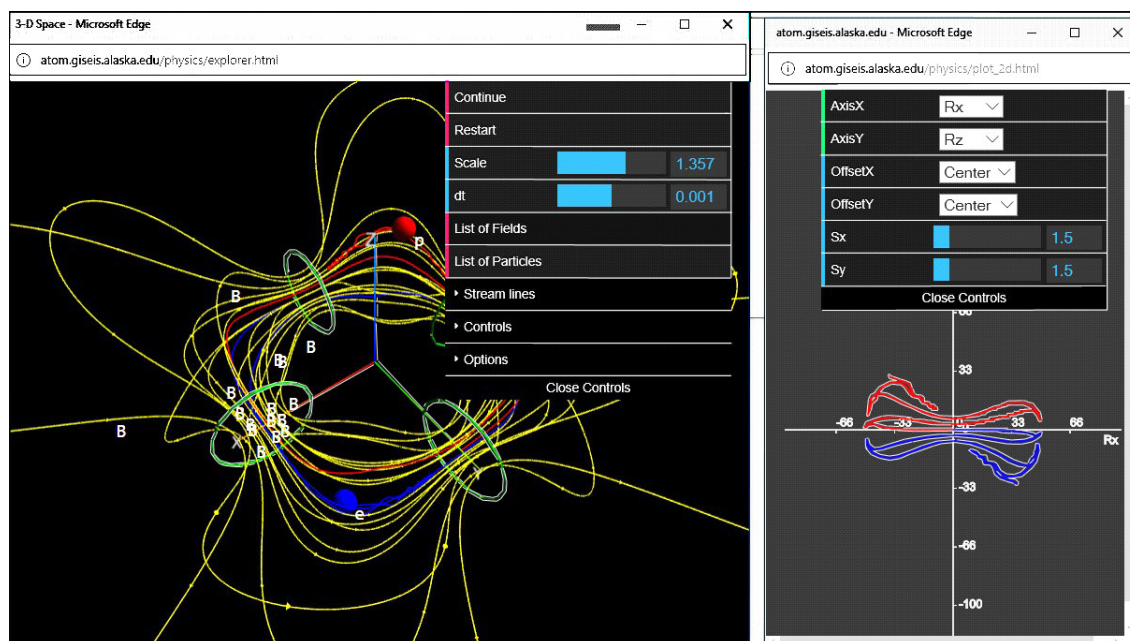


В рамках описываемой идеологии создаются углублённые курсы классической и релятивистской механики и электродинамики для непрофессионалов. Каждая лекция включает 5 модулей, посвященных относительно обособленным темам. Используемая форма подачи материала, допускающая профессиональный сленг, понятна для слушателей, упрощает изложение и экономит время, однако она приемлема только для хорошо подготовленной аудитории. Примеры терминологически строгого изложения одних и тех же тем для начинающих и подготовленных слушателей можно найти в авторских дистанционных курсах для студентов вузов, техникумов и лицеев [9].

Для организации контроля освоения МООС, наиболее близкого к реальному диалогу между преподавателем и экзаменуемым, была разработана пробная версия оболочки интерактивного обучающего тестирования. Кроме того, была создана новая версия ФООМ-конструктора виртуальных физических систем классической и релятивистской физики. Вместо двух широко используемых в обучении программных сред для автоматизированной разработки виртуальных интерактивных моделей поведения систем классических и релятивистских частиц в силовых полях и визуализации силовых полей [7] была создана среда для дистанционного проектирования учебных моделей. Работа в ней ведётся на языке Java Script и легко может быть выполнена во всех современных браузерах в режиме удалённого доступа.

В основе разработки лежит оригинальный принцип физического объектно-ориентированного моделирования [12]. Моделируемая система построена как совокупность программных блоков, соответствующих основным объектам классической и релятивистской физики: частицам, полям, силовым связям, двумерным и трехмерным пространствам, используемым для отображения результатов моделирования. Физической грамотности пользователя вполне достаточно для того, чтобы запрограммировать поведение каждого из этих типов объектов. Схема моделирования представляет собой цикл последовательного расчёта состояний каждого из объектов системы. Активный объект опрашивает элементы системы и, исходя из полученных данных об их состоянии, вычисляет траекторию собственной эволюции на следующем этапе моделирования. Объекты для моделирования генерируются программой по текстовому файлу, описывающему их свойства и начальное состояние. Этот файл создается разработчиками контента, но может быть отредактирован пользователем. Программа моделирования не требует от разработчика виртуального эксперимента математического описания эволюции системы. Таким образом, компьютерные модели, созданные с помощью ФООМ-конструктора виртуальных физических систем, обладают определенной эвристической силой [13]. Последняя версия тренажера позволяет вычислять и визуализировать силовые поля и соответствующие потенциалы, создаваемые произвольными распределениями источников. Добавление в систему частиц (классических или релятивистских) позволяет изучать их движения в заданных условиях. Комбинирование частиц и систем жёстких или упругих связей с использованием механизма моделирования парных взаимодействий создаёт возможность имитации поведения протяжённых макроскопических тел.

Тестовая версия конструктора размещена на серверах Университета Аляски (США) и доступна для россиян в режиме on-line. Все ранее созданные физические демонстрации (более 400) поддерживаются новой версией симулятора. Интерактивные симуляторы будут интегрированы с курсами МООС с целью повышения их наглядности и предоставления возможности наиболее подготовленным пользователям активно изучать предмет в ходе независимых проектных исследований в виртуальной физической лаборатории.



**Рис. 1.** Пример работы новой версии генераторов компьютерных моделей физических систем: движение заряженных частиц в магнитном поле из четырех одинаковых витков с током

В качестве примера на рис. 1 приведены результаты моделирования движения невзаимодействующих заряженных частиц в магнитном поле «плохой тороидальной катушки», состоящей из четырех витков с током. Результаты моделирования могут быть представлены как в виде двумерных графиков (выбор конкретных зависимостей определяются пользователем), так и в виде трехмерных анимаций, вариации которых очень разнообразны. Также есть возможность создавать объёмные изображения стандартными методами 3D визуализации.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработка и использование МООС-курса параллельно с очной формой обучения существенно расширяет возможности преподавателя в условиях дефицита аудиторного времени. Смешанное очно-дистанционное обучение позволяет увеличить интенсивность занятий, помогает при работе с неоднородной по начальной подготовке аудиторией, расширяет рамки стандартов, несёт увлекательность и разнообразие в учебный процесс. Первые результаты использования четырёхуровневого электронного курса физики показали практическую значимость такого курса для современной неоднородной аудитории.

Активное использование ФООМ-конструктора виртуальных физических систем позволяет совместить обучение на высоких ступенях курса с выполнением проектных работ.

Однако вряд ли стоит всерьёз говорить об отказе от полноформатного очного образования и замене его дистанционным. Остаётся надеяться, что дистанционное обучение в разумных объёмах вольётся в систему очного образования, что приведёт лишь к укреплению, а не разрушению последнего.



### Список литературы

1. *Laurie A Chapin*. Australian university students' access to web-based lecture recordings and the relationship with lecture attendance and academic performance // *Australasian Journal of educational technology*. 2018. Vol. 34. № 5. P. 1–12. doi: 10.14742/ajet.2989
2. *Novković Cvetković B., Stanojević D.* Educational needs of teacher for introduction and application of innovative models in educational work to improve teaching.//*International Journal of cognitive research in science, engineering and education*. 2017. Vol. 5. № 1. P. 49–56. doi: 10.5937/ijcree1701049N
3. *Alonso-Díaz L., Yuste-Tosina R.* Constructing a grounded theory of e-learning assessment // *Journal of educational computing research*. 2015. Vol. 53. № 3 P. 315–344. doi: 10.1177/0735633115597868
4. *Makarova E. A., Makarova E. L.* Blending pedagogy and digital technology to transform educational environment // *International Journal of cognitive research in science, engineering and education*. 2018. V. 6. № 2. P. 57-66. DOI:10.5937/ijcree180257M
5. *Чирцов А. С.* Кинематика. [Электронный ресурс]. / Лекториум [Сайт] — URL: [https://www.youtube.com/playlist?list=PL-cKNuVAYAXdih3xW5BKуqха\\_aZDlDo](https://www.youtube.com/playlist?list=PL-cKNuVAYAXdih3xW5BKуqха_aZDlDo) (дата обращения: 02.03.2019).
6. *Чирцов А. С.* Классическая динамика [Электронный ресурс]. / Лекториум [Сайт] — URL: [https://www.lektorium.tv/mooc2/29825?utm\\_source=ok&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=239\\_dynamics](https://www.lektorium.tv/mooc2/29825?utm_source=ok&utm_medium=feed&utm_campaign=239_dynamics) (дата обращения: 02.03.2019).
7. *Чирцов А. С.* Небесная механика [Электронный ресурс]. / Лекториум [Сайт] — URL: [https://www.youtube.com/playlist?list=PL-cKNuVAYAXtLZdii7\\_o439TMIRhDtQb](https://www.youtube.com/playlist?list=PL-cKNuVAYAXtLZdii7_o439TMIRhDtQb) (дата обращения: 02.03.2019).
8. *Чирцов А. С.* Физическая оптика [Электронный ресурс]. / Университет ИТМО [Сайт] - URL: [https://open.ifmo.ru/courses/course-v1:ITMO+x1012.00+spring\\_2016/about](https://open.ifmo.ru/courses/course-v1:ITMO+x1012.00+spring_2016/about) (дата обращения: 02.03.2019).
9. *Чирцов А. С.* Многоуровневый интерактивный курс физики. [Электронный ресурс]. / Youtube [Сайт] — URL: [https://www.youtube.com/channel/UC8KoVY1Rk1ygj5bRCJDLL\\_g/playlists?view\\_as=subscriber&sort=dd&shelf\\_id=10&view=50](https://www.youtube.com/channel/UC8KoVY1Rk1ygj5bRCJDLL_g/playlists?view_as=subscriber&sort=dd&shelf_id=10&view=50) (дата обращения: 02.03.2019).
10. *Бондарев Б. В., Калашников Н. П., Спирин Г. Г.* Курс общей физики. В 3 кн. Учебное пособие. М.: Высшая школа, 2003.
11. *Кузнецов С. И.* Курс физики с примерами решения задач. В 3 частях. 3-е изд., перераб. и доп. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. 413 с.
12. *Чирцов А. С.* Серия электронных сборников мультимедийных материалов по курсу общей физики: новые подходы к созданию электронных конструкторов виртуальных физических моделей с простым удаленным доступом // *Компьютерные инструменты в образовании*. 2010. № 6. С. 42–56.
13. *Chirtsov A. S., Nikolsky D. Yu., Brilliantov V. A., Vankovich I. V.* Use of physical object-oriented modeling for the development of individualized training and the organization of mini-studies in mechanics courses // *Scientific and technical herald of information technologies, mechanics and optics*. 2017. T. 17. № 2. P. 201–214.

Поступила в редакцию 17.01.2019, окончательный вариант — 21.03.2019.

Computer tools in education, 2019

№ 1: 68–78

<http://ipo.spb.ru/journal>

[doi:10.32603/2071-2340-2019-1-68-78](https://doi.org/10.32603/2071-2340-2019-1-68-78)

## MOOC-technology as a Basis for the Solution of Actual Problems of the Transition to Mass Customized Physics Education: Problems and Their Proven Solutions

Chirtsov A. S.<sup>1,2</sup>, PhD, professor, [alex\\_chirtsov@mail.ru](mailto:alex_chirtsov@mail.ru)

Nikolskii D. Yu.<sup>3</sup>, research assistant professor, [djnicolsky@alaska.edu](mailto:djnicolsky@alaska.edu)

Kurashova S. A.<sup>4</sup>, senior lecturer, [sakurashova@yandex.ru](mailto:sakurashova@yandex.ru)

<sup>1</sup>The Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Saint-Petersburg Electrotechnical University,

5, korp. 3, st. Professora Popova, 197376, Saint-Petersburg, Russia

<sup>3</sup>University of Alaska, Fairbanks 1731 South Chandalar Drive Fairbanks, AK 99775, USA

<sup>4</sup>Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 49, Kronverkskiy pr., 197101, Saint Petersburg, Russia

### Abstract

Various aspects of the use of MOOC TECHNOLOGY in modern full-time and part-time education are considered on the basis of the accumulated experience of creating, publishing and supporting five online courses in physics for students of different age and target groups. The actual variants of the development of a system of online training in physics are analyzed. Specific ways of solving problems caused by differences in Internet education and fundamental education are proposed. Based on the performed analysis, new approaches to MOOC-learning are discussed as a basis for solving the problem of mass individual education. The following steps are proposed as a possible ways for of complex solutions of the formulated actual problems:

- 1) creation of fundamental educational resources with basic knowledge, protected from unqualified interpretations,
- 2) new weighted approaches to the development of methods for automating the development of electronic educational content,
- 3) introduction of electronic educational testing with simulated dialog with the student on the basis of automated analysis of students responses and adaptation of the electronic system to the level of individual users. Specific versions of software solutions that carry out these actions are proposed, as well as examples of their practical use in the educational process.

**Keywords:** *Higher education, fundamental education, online learning, distance learning, MOOC-technologies, new approaches, approbation, interactive learning tests, the core of knowledge.*

**Citation:** A. S. Chirtsov, D. Yu. Nikolskii, and S. A. Kurashova, "MOOC-technology as a Basis for the Solution of Actual Problems of the Transition to Mass Customized Physics Education: Problems and Their Proven Solutions," *Computer tools in education*, no. 1, pp. 68–78, 2019 (in Russian); [doi:10.32603/2071-2340-2019-1-68-78](https://doi.org/10.32603/2071-2340-2019-1-68-78)

## References

1. L. A. Chapin, "Australian university students' access to web-based lecture recordings and the relationship with lecture attendance and academic performance," *Australasian Journal of educational technology*, vol. 34, no. 5, pp. 1–12, 2018; doi: 10.14742/ajet.2989
2. B. Novković Cvetković and D. Stanojević, "Educational needs of teacher for introduction and application of innovative models in educational work to improve teaching," *International Journal of cognitive research in science, engineering and education*, vol. 5, no. 1, pp. 49–56, 2017; doi: 10.5937/ijcree1701049N
3. L. Alonso-Díaz and R. Yuste-Tosina, "Constructing a grounded theory of e-learning assessment," *Journal of educational computing research*, vol. 53, no. 3, pp. 315–344, 2015; doi: 10.1177/0735633115597868
4. E. A. Makarova and E. L. Makarova, "Blending pedagogy and digital technology to transform educational environment," *International Journal of cognitive research in science, engineering and education*, vol. 6, no. 2, pp. 57–66, 2018; doi: 10.5937/ijcree180257M
5. A. S. Chirtsov, "Kinematics," in *Lektorium*, [Online], Available: [https://www.youtube.com/playlist?list=PL\\_cKNuVAYAXdih3xW5BKyqxa\\_aZDIo](https://www.youtube.com/playlist?list=PL_cKNuVAYAXdih3xW5BKyqxa_aZDIo)
6. A. S. Chirtsov, "Classical dynamics," in *Lektorium*, [Online], Available: [https://www.lektorium.tv/mooc2/29825?utm\\_source=ok&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=239\\_dynamics](https://www.lektorium.tv/mooc2/29825?utm_source=ok&utm_medium=feed&utm_campaign=239_dynamics)
7. A. S. Chirtsov, "Celestial mechanics," in *Lektorium*, [Online], Available: [https://www.youtube.com/playlist?list=PL\\_cKNuVAYAXtLZdii7\\_o439TMIRhDtQb](https://www.youtube.com/playlist?list=PL_cKNuVAYAXtLZdii7_o439TMIRhDtQb)
8. A. S. Chirtsov, "Physical optics," in *ITMO University*, [Online], Available: [https://open.ifmo.ru/courses/course-v1:ITMO+x1012.00+spring\\_2016/about](https://open.ifmo.ru/courses/course-v1:ITMO+x1012.00+spring_2016/about)
9. A. S. Chirtsov, "Multi-level interactive course of physics," in *Youtube*, [Online], Available: [https://www.youtube.com/channel/UC8KoVY1Rk1ygi5bRCJDLL\\_g/playlists?view\\_as=subscriber&sort=dd&shelf\\_id=10&view=50](https://www.youtube.com/channel/UC8KoVY1Rk1ygi5bRCJDLL_g/playlists?view_as=subscriber&sort=dd&shelf_id=10&view=50)
10. B. V. Bondarev, N. P. Kalashnikov, and G. G. Spirin, *General physics course*, Moscow: Vysshaya Shkola, 2003 (in Russian).
11. S. I. Kuznetsov, *Physics course with problem solving examples*, 3rd ed., Tomsk, Russia: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2013 (in Russian).
12. A. S. Chirtsov, "A series of electronic collections of multimedia materials on the course of general physics: new approaches to creating electronic constructors of virtual physical models with simple remote access," *Computer Tools in Education*, no. 6, pp. 42–56, 2010 (in Russian).
13. A. S. Chirtsov, D. Yu. Nikolsky, V. A. Brilliantov, and I. V. Vankovich, "Use of physical object-oriented modeling for the development of individualized training and the organization of mini-studies in mechanics courses," *Scientific and technical herald of information technologies, mechanics and optics*, vol. 17, no. 2, pp. 201–214, 2017; doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-2-201-214

Received 17.01.2019, the final version — 21.03.2019.