

DOI: 10.20913/2618–7515-2023-2-7

УДК 378.14:377.12

Оригинальная научная статья

## Когнитивное моделирование как инструмент отбора массовых открытых онлайн-курсов для самостоятельной работы студентов общинженерных направлений подготовки по курсу физики

**О. А. Чикова**

Уральский федеральный университет  
Екатеринбург, Российская Федерация  
e-mail: O.A.Chikova@urfu.ru

**Аннотация.** *Введение.* Статья посвящена разработке адаптивного механизма управления самостоятельной работой студентов общинженерных направлений при изучении курса физики путем использования массовых открытых онлайн-курсов на основе технологии когнитивного моделирования. *Постановка задачи.* Изучается проблема выбора факторов, определяющих целесообразность выбора массовых открытых онлайн-курсов для самостоятельного обучения физике, экспериментальным путем проведена оценка чувствительности образовательного результата к изменениям влияющих факторов. *Методика и методология исследования.* Сложная и слабо структурированная задача оценки целесообразности применения массовых открытых онлайн-курсов в обучении студентов физике формализована путем построения когнитивных карт, позволяющих провести моделирование изменения академического результата при импульсном изменении факторов и при формировании сценариев. Методология исследования базируется на качественных положениях теории графов, методике PEST и SWOT-анализа. *Результаты.* Представлена когнитивная модель в виде функционального графа и проведен имитационный эксперимент для проверки адекватности сформированной когнитивной модели. *Выводы.* Полученные результаты должны стать впоследствии основой для формирования научной базы управления качеством образования в части отбора массовых открытых онлайн-курсов для самостоятельной работы студентов, повышения ее как внутренней, так и внешней эффективности.

**Ключевые слова:** теория обучения, теория профессионального образования, качество массовых открытых онлайн-курсов, обучение физике студентов общинженерных направлений подготовки, когнитивное моделирование, PEST-анализ, SWOT-анализ

**Для цитирования:** Чикова О. А. Когнитивное моделирование как инструмент отбора массовых открытых онлайн-курсов для самостоятельной работы студентов общинженерных направлений подготовки по курсу физики // Профессиональное образование в современном мире. 2023. Т. 13, №2. С. 255–266. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2023-2-7>

DOI: 10.20913/2618-7515-2023-2-7

Full Article

## Cognitive modeling as a tool for selecting massive open online courses for independent work of students of general engineering areas of training in physics

**Chikova, O. A.**

Ural Federal University  
Yekaterinburg, Russian Federation  
e-mail: O.A.Chikova@urfu.ru

**Abstract.** *Introduction.* The article is devoted to the development of an adaptive mechanism for managing the independent work of students of general engineering areas when studying a physics course by using massive open online courses based on cognitive modeling technology. *Purpose setting.* The problem of choosing the factors that determine

the feasibility of choosing massive open online courses for self-study of physics is being studied, and the sensitivity of the educational result to changes in influencing factors has been experimentally assessed. *Methodology and methods of the study.* The complex and weakly structured task of assessing the feasibility of using massive open online courses in teaching physics to students is formalized by constructing cognitive maps that allow modeling changes in the academic result with an impulsive change in factors and in the formation of scenarios. The research methodology is based on the qualitative principles of graph theory, PEST methodology and SWOT analysis. *Results.* A cognitive model is presented in the form of a functional graph and a simulation experiment was carried out to test the adequacy of the formed cognitive model. *Conclusion.* The results obtained should subsequently become the ground for the formation of a scientific basis for managing the quality of education in terms of selecting massive open online courses for independent work of students and increasing its both internal and external efficiency.

**Keywords:** learning theory, theory of vocational education, quality of massive open online courses, teaching physics to students of general engineering areas of training, cognitive modeling, PEST-analysis, SWOT-analysis

**Citation:** Chikova, O. A. [Cognitive modeling as a tool for selecting massive open online courses for independent work of students of general engineering areas of training in physics]. *Professional education in the modern world*, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 255–266. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2023-2-7>

**Введение.** Востребованность массовых открытых онлайн-курсов (МООК) в практике обучения в российских вузах, стремление студентов и преподавателей к замещению курсов, преподаваемых в университете, на МООК являются предметом многочисленных научно-методических исследований. С момента появления первого МООК в 2008 г. объем научно-методических исследований по этому направлению открытого обучения постоянно увеличивается. Научные статьи по МООК обычно посвящены одному из четырех направлений исследований: а) потенциал и проблемы МООК для университетов; б) платформы МООК; в) учащиеся и контент МООК; г) качество МООК и вопросы дизайна обучения [1].

По мере роста масштабов и разнородности МООК возникло множество серьезных соображений и проблем при разработке МООК с точки зрения педагогики, ресурсов и логистики. Педагогические соображения включают цели обучения, оценку, методы, продолжительность курса, содержание курса, гибкость и поддержку совместного обучения. Ресурсные соображения включают доступность платформ МООК, поддержку со стороны принимающего учреждения и доступные интеллектуальные и аппаратные ресурсы. Логистические соображения включают количество времени, которое преподаватели потратили на разработку МООК [2].

Установлено, что достоинства МООК, с точки зрения преподавателей, заключаются в предоставлении возможности лучше организовать учебный процесс, доступности и мобильности обучения, реализации профессиональных и личных целей преподавателя, а также ресурсоэффективности. Недостатки МООК участники исследования связывают с педагогическим несовершенством формата, особыми требованиями к образовательной системе, ресурсозатратностью и профессиональными рисками для преподавателя [3]. Оказалось,

что МООК больше востребованы у активных в научной и методической работе преподавателей и у студентов с высокой успеваемостью [4].

МООК активно применяются в формате смешанного обучения, в этом случае основными преимуществами студенты считают доступность учебных материалов и информации о своей индивидуальной траектории прохождения курса в любое время, удобство при самостоятельной подготовке к занятиям. Отсюда и академические результаты студентов в группе смешанного обучения на выходе в среднем достоверно выше, чем в группе традиционно-очного обучения [5]. Рассматриваются методологические подходы к применению МООК в высшем образовании, их ценность для организации современного учебного процесса, сделан вывод о необходимости дифференцированного подхода к использованию МООК для студентов с разной степенью подготовки [6]. Анализ опыта интеграции МООК в учебный процесс позволил выделить три основных типа включения МООК в образовательные программы:

1) встраивание МООК в смешанный формат обучения;

2) замена части очных курсов образовательной программы на онлайн;

3) создание программы онлайн-магистратуры, в которой все курсы читаются в формате МООК.

Такая практика имеет и риски. Во-первых, в исследованиях пока не выявлено единого стандарта по организации курса смешанного формата. Перед каждым преподавателем встает вопрос конструирования курса, сочетающего в себе очные занятия и онлайн-курс (ОК) (например, как правильно сочетать контент МООК с контентом очного курса, как правильно распределить время, какой МООК лучше подходит к очному курсу).

Во-вторых, отсутствует единый стандарт по оценке качества МООК. Центр по онлайн-об-

учению и преподаватель, который планирует использовать MOOK, должны разработать механизмы для оценки качества применяемого ОК.

В-третьих, пока неясны экономические и образовательные эффекты от интеграции ОК в учебный процесс, а также бизнес-модель онлайн-образования.

В-четвертых, в формат ОК не могут быть переведены курсы определенной тематики. Кроме того, этот формат подходит не всем студентам: как показывают исследования, вероятность успешного прохождения MOOK выше у тех, кто уже имеет высшее образование, опыт онлайн-обучения, опыт обучения по тематике курса.

В-пятых, наблюдаются сопротивление со стороны преподавателей относительно интеграции MOOK в учебный процесс и их низкая заинтересованность в использовании ОК в рамках учебной программы. Кроме того, остаются вопросы, связанные с правильным подбором ОК, формированием учебного плана с удобными сроками прохождения дисциплины, а также правильным перерасчетом результатов освоения ОК.

Однако большинство из указанных ограничений снимаются при проведении исследований, которые покажут, насколько MOOK как формат является эффективным при его использовании в учебном процессе высшей школы, какая модель является наиболее выгодной с экономической стороны, так и со стороны максимизации образовательных результатов студентов, каким образом правильно оценивать качество курса и встраивать его в учебный процесс [7].

**Постановка задачи.** Рассмотрим практику применения MOOK при изучении курса физики студентами инженерных направлений. Наиболее популярные проекты в области MOOK по курсу общей физики в настоящий момент: «Национальная платформа открытого образования», [openedu.ru](http://openedu.ru) и все курсы, которые находились ранее на платформах Coursera и edX, будут размещены на этой платформе; Межвузовская площадка электронного образования «Универсарий» [universarium.org](http://universarium.org) [8]. Описан опыт использования MOOK при изучении курса физики на ряде инженерных направлений Сибирского федерального университета и отмечены ограниченные возможности применения имеющихся MOOK. В частности, позитивные возможности использования ОК возникают при организации самостоятельной работы студентов и реализации дифференцированного подхода в обучении.

Использование MOOK в сочетании с аудиторной работой позволяет организовать самостоятельную работу студентов при обучении физике [9], изучение курса физики повышенной трудности расширяет возможности дифференцированного обучения. Но разное содержание курсов фи-

зики по направлениям обучения затрудняет возможности использовать другие хорошие массовые ОК в практике инженерного образования [6]. Например, рассматриваются особенности учебно-методического обеспечения онлайн-обучения по курсам «Электродинамика и распространение радиоволн», «Электромагнитные поля и волны» в Южном федеральном университете, где разработан электронный контент MWLab EMPW типа обучающей онлайн-лаборатории, который позволяет организовать проведение лекционно-практических и лабораторных занятий онлайн, а также самостоятельный и онлайн-контроль знаний [10].

Предложенная структура ОК по разделам курса общей физики в техническом университете содержит видеолекции, видеосеминары, видеодемонстрации и тестовые задания. При этом тестовые задания имеют три уровня сложности. Тесты первого уровня сложности позволяют оценить уровень знаний по теоретической части курса и содержат задания с выбором правильного ответа. Тесты второго уровня сложности содержат задачи, для решения которых требуется знание формул. Тесты третьего уровня сложности содержат задачи, решение которых требует знания формул, логического мышления и наличия развернутого решения задачи [11].

Решение о применении MOOK в практике обучения физике студентов инженерных направлений в российских вузах, в том числе стремление к замещению обучения курсу физики в университете на MOOK, прежде всего, основано на оценке качества MOOK.

Подходы к оценке качества ОК на основе сформированных критериев активно разрабатываются как отечественными учеными [12], так и зарубежными специалистами [13]. Дидактика MOOK основана на двух подходах: коннективизме и бихевиоризме, ученые-педагоги постоянно спорят о соотношении «процесс обучения против содержания обучения» и не могут прийти к единому мнению [14].

Образовательный потенциал MOOK, а также качество MOOK основаны на принципах коннективизма. Коннективизм – это образовательная теория, рассматривающая обучение как расширение личной сети, через которую участники учатся, делятся знаниями и постигают новое. Главное достоинство MOOK заключается в их потенциале изменить отношения между студентами и преподавателями, представителями науки и общества в целом, предлагая широкое и разнообразное виртуальное пространство, место встречи для обмена идеями [15]. Зарубежными учеными определены показатели, связанные с педагогическими, функциональными, технологическими и временными факторами, для оценки качества MOOK (табл.) [13].

Таблица. Показатели оценки качества MOOK [13]  
 Table. MOOC Quality Metrics [13]

| Фактор          | Показатели   |
|-----------------|--|
| Педагогический  | <b>Содержание</b><br>Педагогический подход<br>Учебные пособия и тесты<br>Адекватность и адаптация к потребностям пользователей<br>Мотивационный потенциал<br>Ресурсы |
| Функциональный  | <b>Простота использования</b><br>Автономность и контроль пользователя<br>Функциональность документации   |
| Технологический | <b>Взаимодействие и диалоги</b><br>Навигация<br>Визуальная среда<br>Дизайн и технология<br>Универсальность   |
| Время           | <b>Оценивание</b><br>Выполнять задания<br>Выполнять упражнения<br>Изучение темы<br>Календарь/расписание<br>Участие в дискуссионных форумах                           |

Концепция качества MOOK, с одной стороны, рассматривает качество как «соответствие требованиям», с другой – как «пригодности к использованию», обе точки зрения дополняют друг друга. Обеспечение качества MOOC не может быть легко стандартизировано. Даже в рамках одного MOOC нет какой-либо единой цели среди вовлеченных субъектов (учреждение, ответственный преподавательский состав и участники). Поскольку MOOC предназначены для различных целевых групп, мотивы и намерения участников MOOC сильно различаются, системы качества будут различаться по уровню и цели. Качество MOOC можно рассматривать в следующих четырех измерениях:

- 1) качество с точки зрения учащегося;
- 2) качество, связанное с педагогической структурой MOOC; известно четыре ключевых фактора успеха в этой области: автономия, разнообразие, открытость и интерактивность;
- 3) качество, связанное с входными элементами, включающее такие аспекты, как учебный дизайн, содержание и ресурсы, вопросы и оценки с несколькими вариантами ответов, развернутая технология и качество инструкторов, они отражены в общепринятых критериях качества курса;
- 4) качество, основанное на показателях результатов обучения.

За рубежом принята следующая классификация моделей качества онлайн-образования, включая MOOC, по следующим функциям и применениям: сертификация, дающая знак в качестве уровня признания после некоторой формы

рецензирования; бенчмаркинг как сравнение институциональной деятельности с другими; аккредитация как форма обязательной сертификации или лицензирования официальными регулирующими органами; консультативные цели, предлагающие структурированное руководство. Зарубежные специалисты считают, что необходимо применять к MOOC общие системы качества, которые обеспечивают высокую степень гибкости, контекстуализации и позволяют разрабатывать персонализированную систему управления качеством. Кроме того, они рекомендуют а) поддерживать проведение ревизий и контрольных показателей; б) сделать их применимыми и к нетрадиционным поставщикам MOOC (разукрупнение); в) решать вопросы качества, связанные с аттестацией, с помощью квалификационных рамок; г) поощрять, облегчать и поддерживать внедрение обеспечения качества. В Европе признанной является структура модели качества онлайн-образования, которая использует шесть измерений: стратегическое управление, разработку учебной программы, дизайн курса, проведение курса, поддержку персонала и поддержку студентов. Знак качества OpenUpEd включает 8 отличительных особенностей:

- 1) открытость для учащихся;
- 2) цифровая открытость;
- 3) подход, ориентированный на учащегося;
- 4) самостоятельное обучение;
- 5) взаимодействие с поддержкой мультимедиа;
- 6) параметры распознавания, то есть успешное завершение курса должно быть признано

как указывающее на достойные образовательные достижения;

7) постоянное внимание качеству;

8) курс должен быть инклюзивным и доступным для широкого круга граждан и допускать спектр подходов и контекстов, учитывающих разнообразие языков, культур, условий, педагогики и технологий [16].

В России регламенты оценки качества ОК, размещаемых на информационном ресурсе (портале) в рамках опытной эксплуатации, устанавливает Приказ Минобрнауки России от 14.11.2017 № 1108 «О вводе в опытную эксплуатацию информационного ресурса (портала), обеспечивающего для каждого пользователя по принципу «одного окна» доступ к ОК, разработанным для всех уровней образования и реализуемым организациями, осуществляющими образовательную деятельность на различных платформах онлайн-обучения»; при этом содержательная оценка ОК проводится по направлениям:

– экспертиза ОК образовательными организациями (с подтверждением зачета ими результатов обучения по ОК при освоении слушателями ОК основных образовательных программ);

– экспертиза ОК со стороны ФУМО;

– независимая академическая экспертиза ОК;

– рецензирование ОК со стороны работодателей или бизнес-сообщества;

– независимая оценка соответствия ОК лучшим практикам и стандартам (добровольная аккредитация ОК). Едиными критериями оценки для независимой академической экспертизы ОК всех типов являются:

– корректное определение типа ОК;

– корректное описание целей и задач ОК;

– корректное описание оригинальности и новизны ОК;

– корректное описание ясности и полноты структуры, содержания ОК;

– корректности формата и авторского стиля ОК;

– корректное оформление актуальности и востребованности ОК, его значение для сферы образования;

– существуют ли уже аналогичные опубликованные ОК;

– использовались ли в ОК лицензионные материалы, сторонние материалы, не созданные творческим трудом авторов ОК (тексты, в том числе главы, статьи, отдельные фрагменты, опубликованные в книгах, журналах, на веб-сайтах; иллюстрации, в том числе рисунки, графики, схемы и диаграммы; фотографии, включая репродукции произведений графики, живописи, скульптуры и архитектуры). Для ОК, обеспечивающих освоение слушателем основной образовательной программы или ее части и зачет результатов об-

учения образовательными организациями, ОК, направленных на формирование профессиональных компетенций, в том числе в рамках освоения дополнительных профессиональных программ или их частей, применяются также критерии:

– корректное описание компетенций ОК;

– наличие учебно-методических приемов, методов при демонстрации ОК.

Для ОК, обеспечивающих освоение слушателем основной образовательной программы или ее части и зачет результатов обучения образовательными организациями, оцениваются также следующие критерии:

– корректное определение направления подготовки ОК;

– корректное определение ОК на соответствие требованиям ФГОС.

Специалистами ФГБОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» (ФГБОУ ВО «УрФУ») описаны основные принципы функционирования системы оценки качества ОК, созданной в рамках реализации проекта «Разработка и апробация системы оценки качества ОК в целях развития академической мобильности обучающихся с использованием онлайн-курсов», приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» [17]. Оценку качества онлайн-обучения через выявление несоответствий условий фактической реализации учебного процесса ожиданиям и требованиям студентов НТИ НИЯУ МИФИ – слушателей MOOK – проводили на основе GAP и методики SERVQUAL.

В онлайн-образовании принято ориентироваться на такие показатели качества, как NPS (Net Promoter Score – индекс потребительской лояльности), CSI (Customer Satisfaction Index – индекс удовлетворенности клиентов) и COR (Completion rate – процент завершивших обучение). Разработаны вопросы анкеты по следующим критериям: материальность, достоверность, отзывчивость, убежденность, сочувствие. Наиболее существенными оказались несоответствия по критериям «сочувствие» и «отзывчивость», что демонстрирует низкую оценку удовлетворенности студентов качеством коммуникаций и индивидуализации обучения [18]. В контексте оценки качества MOOK также описываются подходы к проверке личности учащегося, его распознаванию и оценке в MOOK, отмечены серьезные этические проблемы, связанные с использованием персональных данных (особенно биометрических). MOOK могут извлечь выгоду из принятия стратегий проверки личности, которые хорошо зарекомендовали себя в высших учебных заведениях, таких как программное обеспечение для проверки на плагиат и педагогические приемы: электронные портфолио [19].

Методология когнитивного моделирования популярна для исследования вопросов управления качеством образования. Как правило, она предполагает PEST и SWOT-анализ, построение субъективной схемы изучаемой проблемы, формирование когнитивной модели в виде функционального графа и проведение имитационного эксперимента для проверки адекватности сформированной когнитивной модели [20]. Ранее построена когнитивная модель, по результатам анализа которой определены концепты и связи нечеткой когнитивной карты (НКК); определены системные показатели НКК, позволяющие выявить концепты, наиболее сильно влияющие на качество образования и наоборот: системы образования на концепт; сформированы траектории перехода между управляющими и целевыми концептами, позволяющие построить нечеткие правила принятия решений по управлению качеством образования [21].

С применением методологии когнитивного моделирования изучалось, как изменится качество дистанционного обучения школьников (качество образовательных результатов школьников и качество образовательной услуги) при изменении управляющих переменных: эффективность административно-управленческой структуры, курирующей организацию дистанционного обучения в школе; квалификация администраторов и педагогов, реализующих процесс дистанционного обучения; квалификация педагогов школы; оценка родителей – законных представителей учащихся; экспертное мнение самих учащихся.

Приведены пример когнитивной модели образовательного процесса и результаты сценарного моделирования влияния управляющих переменных на качество дистанционного обучения школьников [22]. Проведено исследование для выявления и прогнозирования особенностей взаимного влияния различных факторов на уровень восприятия студентами вузов дистанционного обучения с использованием когнитивной методологии для разработки эффективных форм организации образовательного процесса и методов управления. С учетом результатов анкетирования и экспертной оценки разработана когнитивная модель уровня восприятия студентами вузов дистанционной формы обучения и проведена серия имитационных экспериментов. В процессе исследования выявлены управляющие факторы, влияющие на целевой фактор – уровень восприятия студентами вузов дистанционной формы обучения в условиях пандемии, а также взаимосвязи между этими факторами и степень их взаимного влияния. С учетом полученных данных создана когнитивная модель уровня восприятия студентами вузов дистанционной формы обучения в условиях пандемии в виде ориентированного графа [23].

Настоящее исследование посвящено разработке адаптивного механизма управления самостоятельной работой студентов общеинженерных направлений подготовки при изучении курса физики путем использования МООК на основе технологии когнитивного моделирования. Изучается проблема выбора факторов, влияющих на целесообразность применения МООК при обучении физике, и оценка экспериментальным путем чувствительности образовательного результата к изменениям влияющих факторов. Методология когнитивного моделирования позволяет априорно предсказывать результаты применения МООК при освоении курса физики и осуществлять выбор наиболее эффективного варианта их применения.

**Методика и методология исследования.** С целью проведения PEST- и SWOT-анализа и построения когнитивной модели управления самостоятельной работой студентов общеинженерных направлений подготовки при изучении курса физики путем использования МООК привлечены 11 экспертов – преподавателей кафедры физики ФГБОУ ВО «УрФУ», которые имели опыт управления самостоятельной работой студентов и решения проблем в организации онлайн-обучения студентов физике (коэффициент конкордации экспертов составил более 0,53; результатам оценок факторов можно доверять с вероятностью выше 0,75). Методика построения когнитивной модели управления самостоятельной работой студентов путем МООК для УрФУ позволяет ее тиражировать для других дисциплин и направлений подготовки, не изменяя модули системы. Квалификация педагогов по организации самостоятельной работы студентов путем использования МООК при обучении физике предполагает обладание актуальной информацией о МООК, пригодных для изучения курса физики студентами общеинженерных направлений подготовки, владение методикой выявления образовательных и педагогических дефицитов у студентов, возникающих в процессе обучения физике, умение организовать контроль самостоятельной работы студентов при обучении физике.

**Результаты.** На первом этапе построения когнитивной модели управления самостоятельной работой студентов общеинженерных направлений подготовки при изучении курса физики путем использования МООК эксперты ФГБОУ ВО «УрФУ» путем PEST-анализа выявили факторы (концепты), влияющие на образовательный процесс в университете, и включили их в модель: управляющие переменные – показатели качества МООК, связанные с факторами педагогическими (X1), функциональными (X2), технологическими (X3) и временными (X4), квалификация педагогов по организации самостоятельной работы студентов путем использования МООК при обучении

физике (X5); управляемые переменные – качество образовательных результатов студентов по физике (X6); качество управления учебной работой студентов по физике (X7) (рис. 1).

|    | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6  | X7  |
|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| X1 | x  |    |    |    |    | 0,7 | 0,1 |
| X2 |    | x  |    |    |    | 0,5 | 0,5 |
| X3 |    |    | x  |    |    | 0,5 | 0,5 |
| X4 |    |    |    | x  |    | 0,1 | 0,3 |
| X5 |    |    |    |    | x  | 0,5 | 0,7 |
| X6 |    |    |    |    |    | x   |     |
| X7 |    |    |    |    |    | 0,7 | x   |

Рис. 1. Когнитивная матрица факторов (концептов) методики управления самостоятельной работой студентов общеинженерных направлений подготовки при изучении курса физики путем использования MOOK

Fig. 1. Cognitive matrix of factors (concepts) of the methodology for managing independent work of students of general engineering areas of training when studying a physics course using massive open online courses

На втором этапе эксперты путем SWOT-анализа установили каузальные (причинно-следственные) взаимосвязи между факторами, оценили их силу и направленность, что позволило создать когнитивную матрицу факторов (см. рис. 1). На основе обработки матриц смежности мнений экспертов при помощи теории графов была построена итоговая матрица факторов (см. рис. 1).

На третьем этапе исследования когнитивная матрица факторов (см. рис. 1) в свою очередь позволила сформировать когнитивную карту (рис. 2). При помощи когнитивной карты методики управления самостоятельной работой студентов общеинженерных направлений подготовки при изучении курса физики путем использования MOOK появляется возможность оценки качества образовательных результатов студентов по физике; качества управления учебной работой студентов по физике, а также построения прогностической модели влияния различных факторов, в данном случае управляющих переменных – показатели качества MOOK, связанные с факторами педагогическими (X1), функциональными (X2), технологическими (X3) и временными (X4), квалификация педагогов по организации самостоятельной работы студентов путем использования MOOK при обучении физике (X5); качество образовательных результатов студентов по физике (X6); качество управления учебной работой студентов по физике (X7).

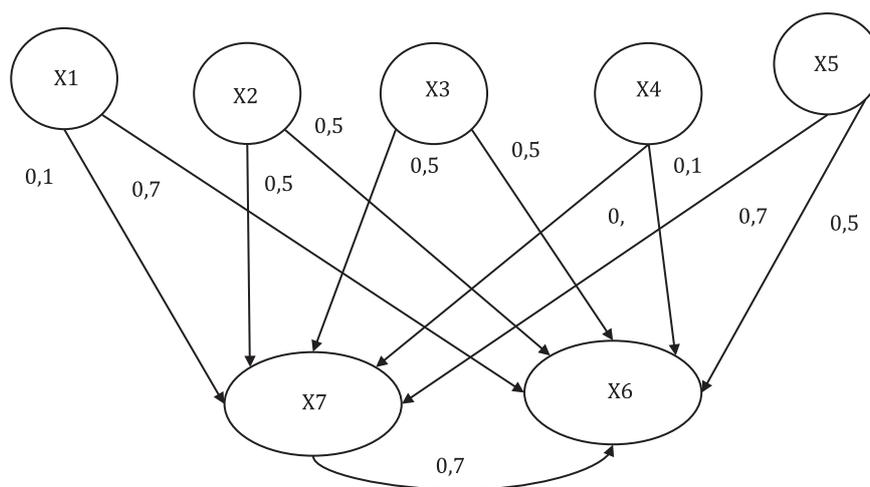


Рис. 2. Когнитивная карта факторов  
 Fig. 2. Cognitive factor map

Таким образом, когнитивное моделирование методики управления самостоятельной работой студентов при обучении физике с использованием MOOK позволяет оценить качество образовательных результатов студентов и управления самостоятельной работой студентов при изменении

управляющих переменных: показатели качества МООК, связанные с факторами педагогическими, функциональными, технологическими и временными, квалификация педагогов по организации самостоятельной работы студентов путем использования МООК.

Используя полученную карту факторов, влияющих на качество образовательных результатов и качество управления учебной работой студентов общеинженерных направлений подготовки при изучении курса физики путем использования МООК, оценим влияние какого-либо фактора на показатели качества МООК, связанные с факторами педагогическими (X1), функциональными (X2), технологическими (X3) и временными (X4), квалификация педагогов по организации самостоятельной работы студентов путем использования МООК при обучении физике (X5) на качество образовательных результатов (X7). Рассмотрим ситуацию, при которой концепт X1 «педагогический фактор качества МООК» увеличится на 10%. В этом случае получим:

$$\Delta X6 = 0,7 \times 10\% + 0,1 \times 10\% \times 0,7 = 7\% + 0,7\% = 7,7\%,$$

то есть качество образовательных результатов возрастет на 5,9%. Рассмотрим другой случай, при котором концепт X3 «технологический фактор качества МООК» увеличится на 10%. В этом случае получим:

$$\Delta X6 = 0,5 \times 10\% + 0,5 \times 10\% \times 0,7 = 5\% + 3,5\% = 8,5\%,$$

то есть качество образовательных результатов возрастет на 7,5%. Рассмотрим также случай, при котором концепт X4 «временной фактор качества МООК» увеличится на 10%. Получим:

$$\Delta X6 = 0,1 \times 10\% + 0,3 \times 10\% \times 0,7 = 1\% + 2,1\% = 3,1\%,$$

то есть качество образовательных результатов возрастет на 3,1%. Наконец, рассмотрим случай, при котором концепт X5 «квалификация педагогов» увеличится на 10%. Получим:

$$\Delta X6 = 0,5 \times 10\% + 0,7 \times 10\% \times 0,7 = 5\% + 4,9\% = 9,9\%,$$

то есть качество образовательных результатов возрастет на 9,9%. Таким образом, получена оценка реакции результата (качество образовательных результатов – X6) на импульсные воздействия факторов качества МООК и квалификации педагогов (X5). Повышение квалификации педагогов (фактор X5) оказывает наиболее ощутимое влияние на качество образовательного результата (X6).

Решим обратную задачу, когда необходимо определить значение управляющих переменных (X1... X5), позволяющих достичь поставленную цель (X6). Рассчитаем достижение прироста на 10% качества образовательных результатов студентов ( $\Delta X6 = 10\%$ ) при помощи управляю-

щих переменных X1, X2 ... X5, то есть показатели качества МООК, связанные с педагогическими (X1), функциональными (X2), технологическими (X3) и временными (X4) факторами, квалификация педагогов по организации самостоятельной работы студентов путем использования МООК при обучении физике (X5).

Предположим, что увеличение качества образовательных результатов студентов обеспечивает прирост на 3% педагогических факторов качества МООК ( $\Delta X1 = 3\%$ ); на 1% функциональных факторов качества МООК ( $\Delta X2 = 1\%$ ); на 5% технологических факторов качества МООК ( $\Delta X3 = 5\%$ ); на 5% временных факторов качества МООК ( $\Delta X4 = 5\%$ ); на 5% квалификации педагогов по организации самостоятельной работы студентов ( $\Delta X5 = 5\%$ ). Значит, суммарный прирост будет равен

$$3 \times (0,7 + 0,1 \times 0,7) + 1 \times (0,5 + 0,5 \times 0,7) + 5 \times (0,5 + 0,5 \times 0,7) + 5 \times (0,1 + 0,3 \times 0,7) + 5 \times (0,5 + 0,7 \times 0,7) = 3 \times 0,77 + 1 \times 0,85 + 5 \times 0,85 + 5 \times 0,31 + 5 \times 0,99 = 2,31 + 0,85 + 4,25 + 1,55 + 4,95 = 13,91\%,$$

что незначительно превышает планируемое увеличение на 10%. Следовательно, для достижения поставленной цели необходимо построить стратегию вида:

$$S = (\Delta X3 = 5\%) \& (\Delta X4 = 5\%) \& (\Delta X5 = 5\%) = 10,75\%.$$

Достижение прироста на 10% качества образовательных результатов студентов можно получить, обеспечив увеличение на 5% технологических факторов качества МООК, временных факторов качества МООК и квалификации педагогов по организации самостоятельной работы студентов.

Таким образом, когнитивное моделирование дает возможность оценить насколько изменится качество образовательных результатов студентов при изучении курса физики путем использования МООК при изменении управляющих переменных показателей – качества МООК, связанные с педагогическими, функциональными, технологическими и временными факторами и квалификации педагогов по организации самостоятельной работы студентов.

Проведенное исследование направлено на выяснение вопроса, насколько МООК как формат является эффективным в учебном процессе высшей школы, какая модель является наиболее выгодной со стороны максимизации образовательных результатов студентов, каким образом правильно оценивать качество курса и встраивать его в учебный процесс, ранее поставленном Т.В. Семеновой и К.А. Вилковой [7]. Исследование основано на ранее описанном опыте использования МООК при изучении курса физики на ряде инженерных направлений Сибирского федерального университета, в частности на выводе о позитивных возможностях использования ОК при организации

самостоятельной работы студентов и реализации дифференцированного подхода в обучении [6; 9].

Выбор метода когнитивного моделирования для отработки решений в управлении качеством образовательных результатов студентов при изучении курса физики путем использования MOOK в ИнФО УрФУ основан на практике использования системного подхода в информационных системах поддержки принятия решений. Методология когнитивного моделирования предусматривает PEST- и SWOT-анализ. PEST-анализ при построении когнитивной модели дает возможность выявить различные факторы (концепты), влияющие на образовательный процесс в вузе и включения их в модель. SWOT-анализ при построении когнитивной модели позволяет установить каузальные (причинно-следственные) взаимосвязи между факторами (концептами), оценить их силу и направленность [20]. Методология когнитивного моделирования образовательного процесса традиционно используется для изучения управления качеством образования [21], в том числе качеством образовательных результатов школьников [22] и студентов [23] при дистанционном обучении.

В нашем исследовании развивается подход к управлению качеством образовательных результатов школьников при дистанционном обучении, описанный ранее [22]. Когнитивная модель управления самостоятельной работой студентов УрФУ общинженерных направлений подготовки по физике путем использования MOOK предназначена для решения прямой и обратной задачи управления качеством образовательных результатов при изменении управляющих переменных – показатели качества MOOK (сформулированы авторами работы [13] и представлены в таблице (см. выше)), связанные с факторами педагогическими, функциональными, технологическими и временными, квалификация педагогов по организации самостоятельной работы студентов путем использования MOOK при обучении физике. Требования к квалификации педагогов по организации самостоятельной работы студентов путем использования MOOK при обучении физике сформулированы экспертами в данном исследовании и включают следующие знания, умения и навыки: обладание актуальной информацией о MOOK, пригодных для изучения курса физики студентами общинженерных направлений подготовки; владение методикой выявления образовательных и педагогических дефицитов у студентов, воз-

никающих в процессе обучения физике; умение организовать контроль самостоятельной работы студентов при обучении физике.

Когнитивная модель управления самостоятельной работой студентов по физике путем использования MOOK образовательного процесса позволяет моделировать результаты применения разных стратегий развития вуза. Представленная методика PEST- и SWOT-анализа и построения когнитивной модели организации самостоятельной работы студентов по физике путем использования MOOK предназначалась для управления качеством образования в УрФУ и позволяет ее тиражировать применительно к другим дисциплинам, направлениям подготовки и вузам, не изменяя концепты и взаимосвязи между ними, но изменяя силу и направленность связи. В данном случае метод когнитивного моделирования является познавательным инструментом для системы менеджмента качества образования, давая возможность вырабатывать оптимальную стратегию управления образовательной деятельностью в вузе.

**Выводы.** Методом когнитивного моделирования выработана стратегия управления самостоятельной работой студентов общинженерных направлений при изучении курса физики путем использования MOOK. Решена проблема выбора факторов, определяющих целесообразность выбора MOOK для самостоятельного обучения физике, проведена оценка чувствительности образовательного результата к изменениям влияющих факторов. Установлено, что наибольшее влияние на рост образовательных результатов студентов оказывает прирост технологических факторов качества MOOK, временных факторов качества MOOK и квалификации педагогов по организации самостоятельной работы студентов. Определен вид управленческой стратегии администрации вуза для достижения поставленной цели: прирост на 10% качества образовательных результатов студентов можно получить, обеспечив увеличение на 5% технологических факторов качества MOOK, временных факторов качества MOOK и квалификации педагогов по организации самостоятельной работы студентов. Представленная методика когнитивного моделирования системы управления самостоятельной работой студентов общинженерных направлений при изучении курса физики путем использования MOOK носит универсальный характер, что позволяет ее реализовывать при стратегическом планировании системы менеджмента качества различных типов образовательных организаций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zawacki-Richter O., Bozkurt A., Alturki U., Aldraiweesh A. What research says about MOOCs – an explorative content analysis // *International Review of Research in Open and Distance Learning*. 2018. Vol.19, no. 1. P. 242–259.

2. Zhu M., Bonk C. J., Sari A. R. Instructor experiences designing MOOCs in higher education: pedagogical, resource, and logistical considerations and challenges. *Online Learning Journal*. 2018. Vol. 22, no. 4. P. 203–241.
3. Захарова У.С., Танасенко К.И. MOOK в высшем образовании: достоинства и недостатки для преподавателей // *Вопросы образования*. 2019. №3. С. 176–202.
4. Рощина Я.М., Рощин С.Ю., Рудаков В.Н. Спрос на массовые открытые онлайн-курсы (MOOC): опыт российского образования // *Вопросы образования*. 2018. №1. С. 174–199.
5. Сорокова М.Г. Электронный курс как цифровой образовательный ресурс смешанного обучения в условиях высшего образования // *Психологическая наука и образование*. 2020. Т. 25, №1. С. 36–50.
6. Москалёв А.К., Серюкова И.В., Долгополова М.В. Использование массовых открытых онлайн-курсов в обучении физике бакалавров общеинженерных направлений подготовки // *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева*. 2019. №1. С. 26–34.
7. Семенова Т.В., Вилкова К.А. Типы интеграции массовых открытых онлайн-курсов в учебный процесс университетов // *Университетское управление: практика и анализ*. 2017. Т. 21, №6. С. 114–126.
8. Вильмова С.И., Замулин И.С. Использование MOOC в рамках изучения общей физики // *Психология, социология и педагогика*. 2016. №8. URL: <https://psychology.snauka.ru/2016/08/7062> (дата обращения: 16.04.2023).
9. Кавер К.К., Кавер А.К., Глотова А.В. Использование массовых открытых онлайн-курсов для организации самостоятельной работы при обучении физике // *Ломоносов – 2022: материалы XXIX Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых*. Севастополь, 2022. С. 139–140.
10. Юханов Ю.В., Семенихин А.И., Семенихина Д.В. Методическое обеспечение онлайн-курсов обучения физике студентов университета // *Известия Волгоградского государственного педагогического университета*. 2020. №4. С. 44–53.
11. Тимченко С.Л., Семиколонов А.В., Чуев А.С., Задорожный Н.А. Онлайн-курс физики на платформе цифрового образования технического университета // *Цифровые технологии в инженерном образовании: новые тренды и опыт внедрения: сб. тр. Междунар. форума*. 2020. С. 118–122.
12. Андреев А.А. Оценка качества онлайн курсов // *Территория науки*. 2015. №1. С. 20–26.
13. Alemán de la Garza L. Y., Sancho-Vinuesa T., Gómez Zermeño M. G. Indicators of pedagogical quality for the design of a Massive Open Online Course for teacher training // *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*. 2015. Vol. 12. P. 104–118. DOI: <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2260>.
14. Юань Л., Пауэлл С. MOOK и открытое образование: значение для высшего образования // *Open Education Network*. 2013. URL: <https://open-education.net/services/mook-i-otkrytoe-obrazovanie-znachenie-dlya-vysshego-obrazovaniya/> (дата обращения: 03.04.2023).
15. Siemens G. Connectivism. A learning theory for the digital age // *International Journal of Instructional Technology and Distance learning*. 2004. Vol. 2, no. 1. P. 3–10.
16. Poce A., Amenduni F., Re M. R., De Medio C. Establishing a MOOC quality assurance framework – a case study // *Open Praxis*. 2019. Vol. 11, no. 4. P. 451–460.
17. Карасик А.А., Ларионова В.А., Кузьмина А.В. Система оценки качества онлайн-курсов и виртуальная академическая мобильность // *Новые информационные технологии в образовании и науке*. 2018. №1. С. 65–72.
18. Грицова О.А., Тиссен Е.В. Оценка качества онлайн-обучения в системе высшего образования в регионах // *Экономика региона*. 2021. Т. 17, вып. 3. С. 929–943.
19. Farrow R., Ferguson R., Weller M., Pitt R., Sanzgiri J., Habib M. Assessment and recognition of MOOCs: the state of the art // *Journal of Innovation in Polytechnic Education*. 2021. Vol. 3, №1. P. 15–26.
20. Лучко О.Н., Маренко В.А. Изучение аспектов качества образования с применением методологии когнитивного моделирования // *Образовательные технологии*. 2015. №1. С. 69–75.
21. Макарова Е.А., Закиева Е.Ш., Габдуллина Э.Р. Управление качеством образования на основе нечеткого когнитивного моделирования. Современные наукоемкие технологии. 2018. № 12–2. С. 303–307.
22. Теплоухов А.В., Чикова О.А., Сартаков И.В. Когнитивное моделирование системы управления качеством дистанционного обучения школьников в цифровой образовательной среде // *Вестник педагогических инноваций*. 2021. №3. С. 64–76.
23. Тюменцева Е.Ю., Абрамченко Н.В., Шамис В.А., Мухаметдинова С.Х. Когнитивное моделирование уровня восприятия студентами вузов дистанционной формы обучения в условиях пандемии // *Science for Education Today*. 2022. Т. 12, №2. С. 74–91.

#### REFERENCES

1. Zawacki-Richter O., Bozkurt A., Alturki U., Aldraiweesh A. What research says about MOOCs – an explorative content analysis. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 2018, vol. 19, no. 1, pp. 242–259.

2. Zhu M., Bonk C.J., Sari A.R. Instructor experiences designing MOOCs in higher education: pedagogical, resource, and logistical considerations and challenges. *Online Learning Journal*, 2018, vol. 22, no. 4, pp. 203–241.
3. Zakharova U.S., Tanasenko K.I. MOOCs in higher education: advantages and pitfalls for instructors. *Voprosy obrazovaniya*, 2019, no. 3, pp. 176–202. (In Russ.).
4. Roshchina Ya. M., Roshchin S. Yu., Rudakov V. N. Demand for massive open online courses (MOOCs): experience of Russian education. *Voprosy obrazovaniya*, 2018, no. 1, pp. 174–199. (In Russ.).
5. Sorokova M. G. E-course as blended learning digital educational resource in university. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie*, 2020, vol. 25, no. 1, pp. 36–50. (In Russ.).
6. Moskalev A. K., Seryukova I. V., Dolgoplova M. V. The use of massive open online courses in teaching physics to bachelors of general engineering. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astaf'eva*, 2019, no. 1, pp. 26–34. (In Russ.).
7. Semenova T. V., Vilkova K. A. Types of MOOCs integration into universities» educational process. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2017, vol. 21, no. 6, pp. 114–126. (In Russ.).
8. Vil'mova S. I., Zamulin I. S. The use of MOOCs in the study of general physics. *Psikhologiya, sotsiologiya i pedagogika*, 2016, no. 8. URL: <https://psychology.snauka.ru/2016/08/7062> (accessed 16.04.2023). (In Russ.).
9. Kaver K. K., Kaver A. K., Glotova A. V. The use of mass open online courses for organizing independent work in teaching physics. *Lomonosov – 2022: materialy XXIX Mezhdunar. nauch. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh*. Sevastopol, 2022, pp. 139–140. (In Russ.).
10. Yukhanov Yu. V., Semenikhin A. I., Semenikhina D. V. Methodological support of online courses on teaching physics to students in higher education institutions. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2020, no. 4, pp. 44–53. (In Russ.).
11. Timchenko S. L., Semikolenov A. V., Chuev A. S., Zadorozhnyi N. A. Online physics course on the digital education platform of a technical university. *Tsifrovye tekhnologii v inzhenernom obrazovanii: novye trendy i opyt vnedreniya: sb. tr. Mezhdunar. foruma*, 2020, pp. 118–122. (In Russ.).
12. Andreev A. A. Assessment of the quality of online courses. *Territoriya nauki*, 2015, no. 1, pp. 20–26. (In Russ.).
13. Alemán de la Garza L. Y., Sancho-Vinuesa T., Gómez Zermeño M. G. Indicators of pedagogical quality for the design of a Massive Open Online Course for teacher training. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 2015, vol. 12, no. 1, pp. 104–118. DOI: <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2260>.
14. Юань Л., Пауэлл С. MOOCs and open education: significance for higher education. *Open Education Network*. 2013. URL: <https://open-education.net/services/mook-i-otkrytoe-obrazovanie-znachenie-dlya-vysshego-obrazovaniya/> (accessed 03.04.2023). (In Russ.).
15. Siemens G. Connectivism: a learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2004, vol. 2, iss. 1, pp. 3–10.
16. Poce A., Amenduni F., Re M. R., De Medio C. Establishing a MOOC quality assurance framework – a case study. *Open Praxis*, 2019, vol. 11, no. 4, pp. 451–460.
17. Karasik A. A., Larionova V. A., Kuz'mina A. V. Quality assessment system of online courses and virtual academic mobility. *Novye informatsionnye tekhnologii v obrazovanii i nauke*, 2018, no. 1, pp. 65–72. (In Russ.).
18. Gritsova O. A., Tissen E. V. Quality assessment of online learning in regional higher education systems. *Ekonomika regiona*, 2021, vol. 17, iss. 3, pp. 929–943. (In Russ.).
19. Farrow R., Ferguson R., Weller M., Pitt R., Sanzgiri J., Habib M. Assessment and recognition of MOOCs: the state of the art. *Journal of Innovation in Polytechnic Education*, 2021, vol. 3, no. 1, pp. 15–26.
20. Luchko O. N., Marenko V. A. The study of aspects of the education quality using the methodology of cognitive modeling. *Obrazovatel'nyye tekhnologii*, 2015, no. 1, pp. 69–75. (In Russ.).
21. Makarova E. A., Zakieva E. Sh., Gabdullina E. R. Education quality management on the basis of fuzzy cognitive modeling. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 2018, no. 12–2, pp. 303–307. (In Russ.).
22. Teploukhov A. V., Chikova O. A., Sartakov I. V. Cognitive modeling of the quality management system of distance learning of pupils in the digital educational environment. *Vestnik pedagogicheskikh innovatsii*, 2021, no. 3, pp. 64–76. (In Russ.).
23. Tyumentseva E. Yu., Abramchenko N. V., Shamis V. A., Mukhametdinova S. Kh. Cognitive modeling the level of university students' perceptions of distance learning in the COVID-19 pandemic. *Science for Education Today*, 2022, vol. 12, no. 2, pp. 74–91. (In Russ.).

## Информация об авторе

Чикова Ольга Анатольевна – доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики Института фундаментального образования, Уральский федеральный университет (Российская Федерация, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19, e-mail: O.A. Chikova@urfu.ru).

*Статья поступила в редакцию 12.09.2022*

*После доработки 02.06.2023*

*Принята к публикации 09.06.2023*

**Information about the author**

**Olga A. Chikova** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Physics, Institute of Fundamental Education, Ural Federal University (19 Mira Str., Yekaterinburg, 620002, Russian Federation, e-mail: O.A. Chikova@urfu.ru).

*The paper was submitted 12.09.22*

*Received after reworking 02.06.23*

*Accepted for publication 09.06.23*