

О. Ю. Муллер

## Внедрение кластерной технологии в образовательный процесс вуза

В статье рассматриваются кластерные технологии в сфере образования, основанные на синтезе теории систем и когнитивистики, предоставляющие возможности управления системами, в том числе образовательной системой, в целях обеспечения наилучших результатов и эффективности. Кластерный подход предполагает новый взгляд на процесс образования (обучения), который позволяет рассмотреть взаимосвязь, преемственность и взаимное влияние различных элементов образовательной системы на его результаты. В образовательной деятельности кластерная технология используется в процессе изучения материала в рамках учебных предметов для наилучшего понимания сложных явлений. Цель исследования – рассмотреть сущность и структуру понятия «кластерная технология» и определить эффективность ее применения. Методы, используемые при проведении исследования: литературный обзор, педагогический эксперимент, сравнительный анализ. В эксперименте участвовали две группы студентов, одна из которых осваивала учебный материал по кластерной технологии в соответствии с методикой М. А. Веряскиной и Е. И. Заикиной. В результате исследования подтверждено, что возможности применения кластерной технологии в образовательном процессе следует считать эффективным инструментом для дидактического представления сложных явлений. Проведенное автором исследование показало, что внедрение кластерной технологии в образовательный процесс вуза показывает эффективный результат.

Ключевые слова: кластерные технологии, кластер, студенты, когнитивные способности, критическое мышление, кластерный подход

Olga Yu. Muller

## Introduction of cluster technology in the educational process of the university

**Abstract.** The article discusses cluster technologies in the field of education, based on the synthesis of systems theory and cognitive science, providing the ability to manage systems, including the educational system, to ensure the best results and efficiency. The cluster approach involves a fresh look at the process of education (training), which allows us to consider the relationship, continuity and mutual influence of various elements of the educational system on its results. In educational activities, cluster technology is used in the process of studying material within the framework of academic subjects for the best understanding of complex phenomena. The purpose of the study is to consider the essence and structure of the concept of «cluster technology» and determine the effectiveness of its application. Methods used in the study: literature review, pedagogical experiment, comparative analysis. The experiment involved two groups of students, one of which mastered educational material on cluster technology in accordance with the methodology of M. A. Veryaskina and E. I. Zaikina. As a result of the study, it was confirmed that the possibilities of using cluster technology in the educational process should be considered an effective tool for the didactic presentation of complex phenomena. The study conducted by the author showed that the introduction of cluster technology in the educational process of the university shows an effective result.

**Keywords:** cluster technologies, cluster, students, cognitive abilities, critical thinking, cluster approach

DOI 10.30725/2619-0303-2022-3-136-142

В опыте работы образовательных учреждений существует множество вариативных представлений учебно-воспитательного процесса, поэтому сама по себе педагогическая технология является многомерным феноменом. Во многом это опреде-

ляется авторской позицией, при которой в педагогический процесс включается что-то свое, оригинальное, несмотря на опору на определенные научные подходы и традиционные решения. Для одних педагогов приоритетным при выборе технологии яв-

ляются цели и результаты обучения. Другие преподаватели исходят из содержания учебного материала, а также его возможностей. Третьим важен анализ учебных ситуаций, способов обучения, а также построение системы доказательств. Нередким при этом является опора на личный житейский опыт, анализ, интуицию. Соединение опыта с анализом вариантов позволяет использовать известные педагогические принципы, вычленять закономерности.

В условиях цифровизации и гуманизации современного образования увеличивается внимание к когнитивным технологиям в педагогике. Ранее оставшиеся в категории педагогических экспериментов и альтернативных подходов в образовании, когнитивные технологии, прошедшие успешную апробацию во многих экспериментах, становятся эффективной перспективой для развития педагогики в XXI в., так как они характеризуются высоким уровнем соответствия особенностям постиндустриального информационного общества.

К настоящему времени разработано множество когнитивных технологий. В данном исследовании определяется эффективность кластерной технологии, позволяющей существенно упростить процессы запоминания больших объемов информации о сложных объектах или явлениях.

Кластерный подход предполагает новый взгляд на процесс образования (обучения), который позволяет увидеть взаимосвязь, преемственность и взаимное влияние различных элементов образования на его результаты. Именно кластерный подход дает неоспоримые преимущества перед другими подходами и становится стратегически важным механизмом реализации новой образовательной политики [1]. При реализации данного подхода концепция кластеризации является одним из важных и значимых элементов системы государственного управления. Например, образование, выполняя функцию кластера, является сложной динамической системой, которая изменяется в зависимости от влияния на ее элементы различных факторов: научно-технического прогресса, социально-экономических условий, состояния на рынке труда и др. [2].

Рассуждая о принципах конкуренции, гарвардский профессор Майкл Портер высказал идею о том, что в постиндустриальной экономике конкурентные преимущества усиливаются в случае кластерной

организации. По мнению автора, условием эффективности кластера является его устойчивое развитие [3].

Во многих определениях понятия «кластер», встречающихся в справочной литературе, речь идет об объединенных элементах одного рода, которое существует как отдельное целое, описываемое определенными свойствами [4]. Действительно, кластер (от англ. cluster – «скопление», «ячейка», «группа») включает в себя объединение множества однородных элементов, их можно рассматривать как самостоятельную единицу, свойства которой задаются составляющими ее элементами [5]. В теории организации под кластером подразумевается форма интеграции ресурсов нескольких субъектов для достижения общих целей и задач [6].

Данный термин из своего первоначального употребления в сфере информационных технологий распространился на область социологии, экономики, психологии и, наконец, стал использоваться в образовании. Вне компьютерных и математических наук кластер исторически начал развиваться как организационные системы во второй половине XX в. В это время кластеры стали формироваться в результате интеграции отраслевых организаций в более крупные структуры, при которых каждая организация сохраняла свою независимость, но за счет объединения ресурсов множества наукоемких предприятий все они существенно ускорили свое инновационное развитие (в связи с чем стало распространенным понятие инновационного кластера). Организация кластера в данном контексте возможна на основе партнерских отношений, взаимного обмена опытом и научными знаниями [7].

Кластер представляется как гибкая открытая система, которая свободно допускает и не теряет устойчивости и производительности при добавлении и изъятии элементов. К преимуществам кластерных систем относятся масштабность, открытость, гибкость, управляемость и многофакторность при использовании. Однако при объединении компонентов кластера простое сложение приводит не к суммированию качеств, но к качественным изменениям функционирования кластера, согласования и развития его компонентов. По мнению С. В. Кривых и А. А. Макареня, становится исключительно важным общее понимание закономерностей эволюциони-

рования такой сложной многосоставной целостной структуры, как кластер [8].

Среди основных преимуществ кластера как формы объединения независимых систем, в том числе имеющих отношение к образовательной системе, можно отметить следующие:

- возможность детального анализа сильных и слабых сторон отдельных субъектов (подсистем), входящих в кластер как систему, и оценка перспектив интеграции этих субъектов;

- повышение значимости отдельных субъектов за счет привлечения внимания к ним и возможность их рекомбинации;

- использование новых возможностей в управлении развитием входящих в кластер подсистем.

Помимо целостности кластерные системы характеризуются синергичностью, т. е. обладают способностью к самоорганизации и саморазвитию и функционируют, используя свои внутренние ресурсы, тогда как простые системы нуждаются во внешних воздействиях.

Кластер в образовательной сфере рассматривается как единая система непрерывного образования на различных этапах [9]. Учитывая вышеприведенные особенности и преимущества кластера, его потенциал в образовательной сфере оценивается в основном со ссылкой на возможности интеграции вовлеченных в процесс субъектов с целью оптимизации развития всей системы. Предполагается, что внедрение новых образовательных технологий соответствует актуальной концепции непрерывного образования и сетевого взаимодействия за счет цифровой инфраструктуры.

Рассматривая кластерную технологию как технологию сетевого взаимодействия, можно увидеть, что ее основная роль и функция заключаются в объединении новых идей и технологий в соответствии с концепцией непрерывного профессионального образования, что способствует повышению качества образования [10].

Практика внедрения кластера в образовательный процесс связана со следующими особенностями:

- диверсификация образовательных услуг (создание образовательных организаций нового типа, внедрение новых образовательных технологий, новых специальностей и направлений, реализация междисциплинарных проектов и др.);

- интеграция в образовании (обеспечение взаимодействия образовательных учреждений с отраслевыми предприятиями, увеличение значимости прикладных аспектов образования с ориентацией на формирование множества навыков в рамках образовательных компетенций).

Практика внедрения кластерной технологии в образовательный процесс вуза в широком смысле означает создание механизма взаимодействия нескольких организаций с целью решения задач, встающих перед современным образованием. Авторами М. Н. Радецкой и Д. К. Бартош определены следующие направления при реализации данной технологии в вузе: привлечение к реализации образовательных программ «социальных партнеров» по кластеру – работодателей, специалистов из разных отраслей и пр.; совершенствование образовательной системы и технологий, в том числе применение сетевых и кейс-технологий, на основе принципов социального взаимодействия и партнерства для решения поставленных задач [11].

Цель исследования – рассмотрение сущности и структуры понятия «кластерная технология» и определение эффективности данной технологии.

Исходя из имеющихся трактовок определения понятия «кластер» в образовательной сфере, рассмотрим сущность и структуру понятия «кластерная технология».

Кластерная технология в образовательной деятельности является относительно новым явлением, обусловленным своим существованием развитием теории систем, кибернетики и информации, а также когнитивных и ряда смежных наук. Исследованиям возможностей внедрения кластерной технологии в образовательный процесс вуза посвящено множество российских и зарубежных научных работ. Среди исследователей в данном направлении важно отметить С. В. Данилова, М. И. Лукьянову, Ф. Д. Рассказова, М. Н. Русецкую, Д. К. Бартош, Т. А. Шамову, также М. А. Веряскину и Е. И. Заикину, являющихся авторами одной из методик кластерной технологии в образовании.

Краткий анализ сущности кластерной технологии в образовательной деятельности позволяет заметить, что она реализуется согласно теории систем и поэтому имеет определенную связь с когнитивистикой. Следствием этого, на наш взгляд, является возможность проведения параллели между

кластерной технологией в образовании и когнитивными технологиями в обучении студентов. Последние, как известно, также отчасти базируются на теории систем и в педагогической практике предполагают опору на когнитивные схемы, лежащие в основе познавательных процессов. Поэтому кластерные технологии в обучении могут рассматриваться как принципиальная аналогия кластерной технологии в образовании, так как в обоих случаях за эффективность реализации соответствующих методов и средств отвечают достаточно схожие по своей природе операциональные схемы и механизмы.

На наш взгляд, кластерная технология представляет совокупность методов и средств, базирующихся на когнитивистике и концепции непрерывного обучения, позволяющих провести деконструкцию и сбор элементов образовательного процесса в соответствии с конкретными условиями, целями и задачами обучения. Визуальный аспект познания в когнитивных теориях традиционно рассматривается как один из самых важных в познавательных процессах. В рамках когнитивного подхода М. А. Холодной разработана теория, заключающаяся в редукции интеллекта к свойствам отдельных познавательных процессов. По мнению исследователя, именно процесс словесно-образного перевода, предполагающий актуализацию визуальных когнитивных схем разной степени обобщенности, обеспечивает предметный характер понятийной мысли [12]. Образ как когнитивный компонент есть визуально-пространственный способ кодирования информации. В частности, именно поэтому визуальный аспект познания часто активно применяется в психологических методах диагностики, позволяющих определить психологическое состояние человека и состояние сознания (тест Роршаха, тест Люшера и др.). Визуальное сопровождение мыслительного процесса в когнитивной педагогике связано с технологией визуализации ассоциативных связей, предполагающей обратный «процесс» – не мысленное представление объекта, а схематичное воссоздание объекта, его структуры, согласно имеющимся знаниям о нем.

Кластерная технология в образовательной деятельности схожа с концепцией когнитивных технологий, непрерывного, а также адаптивного обучения. Когнитивные технологии в педагогике характеризуются

как образовательные методы и средства, как правило, так же, как и кластеры, базирующиеся на концепциях когнитивистики и конструктивизма, ориентированных на развитие когнитивных способностей и критического мышления обучающихся, умение самостоятельно решать практические проблемы, оценивать полученные результаты. Концепция непрерывного обучения благодаря кластеру формируется как эффективная система непрерывного образования; развивается социальное партнерство в организации учебной, научной и инновационной деятельности [13]. Адаптивное обучение обусловлено гибкостью кластерной технологии, поскольку оно предполагает учет факторов внешней и внутренней среды с целью формирования траектории обучения. Кластерные технологии соответствуют концепции адаптивного обучения – методике, обеспечивающей персонализированное обучение посредством формирования эффективных, действенных и индивидуальных траекторий обучения. Это возможно за счет корректирующей обратной связи, предоставления дополнительных учебных ресурсов.

Немаловажным, на наш взгляд, является блок «деконструкция основных элементов образовательного процесса», позволяющий преподавателю «разобрать» построение данного процесса, чтобы затем «собрать» заново как индивидуальную траекторию обучающегося.

Блок «сбор основных элементов образовательного процесса» предполагает составление алгоритма реализации образовательного процесса с его разбиением на стадии-кластеры. Например, стадии «рефлексия» может соответствовать групповой кластер (работа в группах для обсуждения полученных результатов).

В практической деятельности кластерными технологиями могут называться достаточно широко применяемые в вузах методики: тренинги, проекты, самостоятельная работа, теория решения изобретательских задач и т. п. К кластерным технологиям, близким к концепции непрерывного образования, относятся вебинары, семинары, видеоконференции, инфотуры, нетворкинги и др. Также допускается использование кластерных технологий с механизмами рефлексии и поддержкой наставников (поддержка связи с опытными специалистами в вузе). Реализовывать кластерные технологии могут бизнес-тренеры,

лекторы-эксперты, коучи, геймофикаторы и иные специалисты.

В рамках данного исследования для оценки эффективности кластерной технологии в образовательном процессе вуза мы использовали методику кластеризации, предложенную авторами М. А. Веряскиной и Е. И. Заикиной, которая может применяться в процессе выявления причинно-следственных связей, при построении различных видов кластеров [14]. Алгоритм построения кластера заключается в изучении тематического материала и в выделении в ней главной составляющей (располагается в центре); в выделении понятий второго уровня; далее понятий третьего уровня и т. д. В качестве конструируемого «поля идей» используется большой объем информации, которую студенты могут обобщить и структурировать, обратить внимание на главную идею и связанные с ней понятия. Методика кластеризации представляется в виде графической формы, в которой наглядно выделены смысловые блоки, способствующие лучшему усвоению материала.

Данную методику мы применили в учебном процессе при освоении темы «Возможности развития инклюзивного образования в условиях цифровизации». Актуальность темы обусловлена интенсификацией внедрения технических средств и информационных технологий во все сферы жизни общества, что предоставляет новые возможности для повышения эффективности профессионального обучения людей с особыми образовательными потребностями. Несмотря на возможные, существуют сложности в применении цифровых технологий в контексте инклюзивного образования, во многом связанные с трудностями обеспечения эффективного образовательного процесса, при реализации которого часто встречается проблема невозможности устранения преподавателем определенных барьеров, вызванных индивидуальными особенностями обучающихся с особыми образовательными потребностями. Данные сложности указывают на необходимость трансформации технологий инклюзивного образования под особенности цифровых технологий и особенности здоровья лиц с ограничениями здоровья. С помощью кластера студентам необходимо было показать, что применение цифровых технологий в инклюзивном образовании позволяет создать для обучения лиц с осо-

быми образовательными потребностями уникальные возможности и условия, которые расширяют перечень различных видов учебной деятельности, совершенствуют и создают новые организационные методы и формы обучения.

В эксперименте участвовали две группы студентов педагогического профиля, по девять человек в каждой, обе пользовались учебными материалами с одинаковым содержанием и проходили одно и то же тестирование (состоящее из пяти контрольных тестов), его результаты оценивались по пятибалльной шкале.

Первая группа осваивала учебный материал по кластерной технологии в соответствии с методикой М. А. Веряскиной и Е. И. Заикиной.

Студенты второй группы в процессе изучения темы применили технологию ментальных карт. При построении ментальной карты используются особенности ассоциативной сети, например, для запоминания берется объект (термин, слово, явление, образ или др.), который лучше всего обозначить привлекающей внимание картинкой. Остальные связи целесообразно отображать как можно конкретнее, не допуская многозначной трактовки, для чего их необходимо подкреплять цветом, графическими образами или изображениями. Большой эффект оказывает синестезия – комбинирование всех видов эмоционально-чувственного восприятия.

Кластер по своей структуре схож с технологией построения ментальных карт, однако, имеет и отличительные особенности, которые обусловлены самой методикой подготовки к построению кластера, реализуемой в несколько стадий:

– «вызов» (создание мотивации к изучению материала; вовлечение студентов в процесс формирования траектории занятия для изучения явления);

– «осмысление содержания» (ознакомление с учебным материалом; фрагментация наиболее важной информации по теме; установление взаимосвязей между выделенными фрагментами; представление предполагаемой структуры будущего кластера);

– «рефлексия» (групповое обсуждение изученного материала и выделенных фрагментов; совместное формирование новых идей по классификации и структуризации материала перед итоговым формированием кластера).

## Внедрение кластерной технологии в образовательный процесс вуза

Алгоритм кластера достаточно сложный по своей структуре, поэтому в зависимости от стадии изучения материала мы использовали несколько форм – индивидуальную и групповую. На стадии вызова осуществлялась индивидуальная работа, при которой каждый студент создавал свой кластер. В центре студенты расположили основное понятие, по сторонам распределили крупные смысловые единицы (слова и словосочетания, которые высказывали в своих идеях по изучаемой тематике). На стадии рефлексии студенты в группах обсуждали изученный материал, составляя при этом общую графическую схему. Обучающиеся в процессе изучения темы выражали свое мнение, выражающееся в конкретизации категорий. Данные категории обозначили как менее значительные смысловые единицы, более полно раскрывающие тему и расширяющие логические связи.

Напомним, что вторая группа изучала материал на основе применения технологии ментальной карты в «свободном» стиле, самостоятельно определяя стадии и способы ее построения, необходимой для улучшения понимания изучаемой тематики на основе исходного материала.

Анализ результатов тестирования позволяет утверждать о выраженной зависимости между уровнем понимания учебного материала и успеваемостью студентов. Наиболее высокий уровень понимания учебного материала в данном случае наблюдается у тех студентов, которые осваивали учебный материал по кластерной технологии (1-я группа). Студенты, изучающие учебный материал с помощью построенных ими ментальных карт, показали наименьший результат (2-я группа).

Таким образом, кластерный подход предполагает новый взгляд на процесс образования (обучения), который позволяет рассмотреть взаимосвязь, преемственность и взаимное влияние различных элементов образовательной системы на его результаты. Кластерная технология в образовании основана на синтезе теории систем и когнитивистики, предоставляя возможности управления системами, в том числе образовательной системой, в целях обеспечения наилучших результатов и эффективности. Соответственно, кластерная технология является эффективным инструментом для дидактического представления сложных явлений, превосходя возможности технологии построения ментальных карт. В обра-

зовательной деятельности кластерная технология используется в процессе изучения материала в рамках учебных предметов для наилучшего понимания сложных явлений. Проведенное нами исследование показало, что внедрение кластерной технологии в образовательный процесс вуза показывает эффективный результат.

### Список литературы

1. Кривых С. В., Кирпичникова А. В. Кластерный подход в профессиональном образовании: монография. Санкт-Петербург: Ин-т непрерывного образования взрослых, 2015. 140 с.
2. Муллер О. Ю. Научно-педагогический кластер как основа формирования инклюзивной образовательной среды // Сибирский педагогический журнал. 2017. № 1. С. 104–111.
3. Портер М. Э. Конкуренция. Москва: Вильямс, 2003. 496 с.
4. Громыко Ю. В. Что такое кластеры и как их создавать: эпистемотехнол. подход // Энергетика Татарстана. 2007. № 3 (7). С. 75–86.
5. Данилов С. В., Лукьянова М. И. Кластерный подход в региональном образовании // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1, ч. 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=18896> (дата обращения: 17.08.2022).
6. Шамова Т. И. Кластерный подход к развитию образовательных систем // Народное образование. 2019. № 4. С. 101–104.
7. Капустенко И. С. Управление развитием кластеров в региональной экономике: учеб. пособие. Комсомольск-на-Амуре: Комсомол.-на-Амуре гос. ун-т, 2020. 59 с.
8. Кривых С. В., Макареня А. А. Педагогическая антропология. Педагогика жизнедеятельности. Санкт-Петербург: Ин-т непрерывного образования взрослых Рос. акад. образования, 2003. 360 с.
9. Муллер О. Ю., Рассказов Ф. Д. Научно-образовательная кластерная модель как единая система непрерывного инклюзивного пространства // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25385> (дата обращения: 17.08.2022).
10. Об образовании в Российской Федерации: федерал. закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ // КонсультантПлюс. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения: 17.08.2022).
11. Русецкая М. Н., Бартош Д. К. Кластерный подход в организации образовательных процессов системы непрерывного профессионального образования // Теория и методика профессионального образования. 2019. № 2. С. 109–120.
12. Холодная М. А. Психология понятийного мышления: От концептуальных структур к поня-

тийным способностям. Москва: Ин-т психологии РАН, 2012. 288 с.

13. Карцев Е. Кластерный подход в непрерывном образовании // Философско-педагогические проблемы непрерывного образования: сб. науч. ст. Могилев, 2016. С. 274–277.

14. Веряскина М. А., Заикина Е. И. Кластерный подход в изучении проблем социальной безопасности // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29449> (дата обращения: 17.08.2022).

## References

1. Krivykh S. V., Kirpichnikova A. V. Cluster approach in vocational education: monograph. Saint-Petersburg: Inst. of Lifelong Education for Adults, 2015. 140 (in Russ.).

2. Muller O. Yu. Scientific and pedagogical cluster as a basis for the formation of an inclusive educational environment. *Siberian Pedagogical Journal*. 2017. 1, 104–111 (in Russ.).

3. Porter M. E. *Competition*. Moscow: Williams, 2003. 496 (in Russ.).

4. Gromyko Yu. V. What are clusters and how to create them: an epistemotechnological approach. *Energy of Tatarstan*. 2007. 3 (7), 75–86 (in Russ.).

5. Danilov S. V., Lukyanova M. I. Cluster approach in regional education. *Modern problems of science and education*. 2015. 1 (1). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=18896> (accessed: Aug. 17.2022) (in Russ.).

6. Shamova T. I. Cluster approach to the development of educational systems. *Public education*. 2019. 4, 101–104 (in Russ.).

7. Kapustenko I. S. *Management of development of clusters in the regional economy: textbook. allowance*. Komsomolsk-on-Amur: *Komsomolsk-on-Amur State Univ.*, 2020. 59 (in Russ.).

8. Krivykh S. V., Makarenya A. A. *Pedagogical anthropoecology. Pedagogy of life activity*. St. Petersburg: Inst. of Lifelong Education for Adults Russ. acad. education, 2003. 360 (in Russ.).

9. Muller O. Yu., Rasskazov F. D. Scientific and educational cluster model as a single system of continuous inclusive space. *Modern problems of science and education*. 2016. 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25385> (accessed: Aug. 17.2022) (in Russ.).

10. On education in the Russian Federation: federal. Law of Dec. 29, 2012 № 273-FZ. ConsultantPlus. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (accessed: Aug. 17.2022) (in Russ.).

11. Rusetskaya M. N., Bartosh D. K. Cluster approach to the organization of educational processes in the system of continuing professional education. *Theory and Methods of Vocational Education*. 2019. 2, 109–120 (in Russ.).

12. Kholodnaya M. A. *Psychology of conceptual thinking: From conceptual structures to conceptual abilities*. Moscow: Inst. of Psychology RAS, 2012. 288 (in Russ.).

13. Kartsev E. Cluster approach in lifelong education. *Philosophical and pedagogical problems of lifelong education: coll. sci. art. Mogilev*, 2016. 274–277 (in Russ.).

14. Veryaskina M. A., Zaikina E. I. Cluster approach in studying the problems of social security. *Modern problems of science and education*. 2019. 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29449> (accessed: Aug. 17.2022) (in Russ.).