

**Волосатова Т. М., Беломойцев Д. Е.**

**ГЕНЕРАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНТЕНТА НА ОСНОВЕ  
ЭВОЛЮЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И  
ТЕХНОЛОГИЙ РАСПРЕДЕЛЕННОГО РЕЕСТРА**

***Тамара Михайловна Волосатова***

*кандидат технических наук, доцент*

*tamarav@bmstu.ru*

*ФГОУ ВПО «Московский государственный технический университет*

*им. Н. Э. Баумана», Россия, Москва*

***Дмитрий Евгеньевич Беломойцев***

*кандидат технических наук, доцент*

*belomoid@bmstu.ru*

*ФГОУ ВПО «Московский государственный технический университет*

*им. Н. Э. Баумана», Россия, Москва*

**EDUCATIONAL CONTENT GENERATION BASED ON EVOLUTIONAL  
DESIGN METHODS AND DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGIES**

***Tamara Mikhailovna Volosatova***

*Bauman Moscow State Technical University, Russia, Moscow*

***Dmitry Evgenievich Belomoytsev***

*Bauman Moscow State Technical University, Russia, Moscow*

***Аннотация.*** Обозначены проблемы проектирования образовательных курсов с применением генетических алгоритмов. Рассмотрен подход к формированию содержания курсов при помощи генетических операторов с учетом результатов в блокчейн. Предложена методика составления проектных решений с привлечением результатов анализа больших данных в контексте запросов образовательного контента. Представлен способ автоматизации процесса синтеза индивидуальных программ обучения.

**Abstract.** *The educational courses design problems using genetic algorithms is designated. Approach to educational elective courses content formation using genetic algorithm with blockchain results storing is considered. The evolutionary technique of drawing up courses involving educational content requests big data analysis is offered. The way of automation of design of individual programs of training is presented.*

**Ключевые слова:** *образовательная программа; методика синтеза; дополнительное образование; автоматизация; эволюционная методика, блокчейн, большие данные.*

**Keywords:** *education course; synthesis method; additional education; automation, evolution method, blockchain, big data.*

Анализ опыта выполнения ряда высокотехнологичных проектов в сфере информационных технологий показывает, что в подавляющем большинстве случаев для достижения поставленных целей многим высококвалифицированным разработчикам требовалось проходить дополнительное обучение с целью расширения области собственных компетенций.

Потребность в получении знаний сверх базовых образовательных программ, а также современный уровень развития телекоммуникационных технологий определяют популярность различных форм индивидуального дополнительного обучения. Как следует из наименования таких форм обучения, содержание соответствующих им образовательных курсов определяется на основании индивидуальных потребностей обучающихся.

Вследствие наличия в окружающем нас мире множества образовательных учреждений высшего профессионального обучения, выбор учебного заведения для получения дополнительного образования по индивидуальным требованиям становится весьма непростой задачей. Кроме того, предлагаемый этими учреждениями набор образовательных курсов зачастую неоднороден, и

требуются еще большие усилия для того, чтобы проанализировать их содержание, а затем оценить их в плане потенциала удовлетворения существующих потребностей в дообразовании.

В данной ситуации актуальной представляется задача автоматизации проектирования структуры индивидуальных образовательных курсов и интеграции в ее рамках существующих элементов образовательного контента [1].

Информацию о результатах поиска проектного решения для заданных критериев и требований обучающегося целесообразно учитывать при выполнении аналогичных операций в последующем для обновленных аналогичных или частично отличающихся условий. Для этого имеет смысл задействовать технологию хранения данных, которая позволяет вести учет записей о спроектированных индивидуальных образовательных курсах. Дополнительно, следует отметить важность вопроса надежности ведения учета результатов проектирования выбираемой технологией хранения. Анализ используемых к настоящему моменту разработок в соответствующей области показывает, что рядом преимуществ обладает технология распределенного реестра, в частности, ее разновидность — технология блокчейн [5].

Под распределенным реестром понимается база данных, распределенная между узлами вычислительной сети. В частности, к преимуществам данной технологии возможно отнести распределенный характер хранения записей, при котором не требуется поддерживать функционирование единого центра регистрации. Узлы получают информацию о базе друг от друга и хранят ее копию. Изменения в реестр генерируются и вносятся узлами сети независимо друг от друга. Обновления реестра происходит на основе одной из его копий, изменения в которую утверждаются узлами путем голосования и достижения консенсуса в соответствии с определенным алгоритмом. Благодаря принятым при работе с распределенным реестром алгоритмам его обновления значительно повышается защищенность хранимых в нем данных от несанкционированного изменения при отсутствии единого центра регистрации изменений.

Разновидность распределенного реестра, блокчейн — выстроенный по определенным правилам связный список — непрерывная последовательная цепочка блоков, которые содержат информацию. Основное отличие блокчейна от других видов распределенных реестров заключается в том, что в них необязательно применять связную последовательность блоков данных при достижении состояния консенсуса в процессе внесения изменений [6]. Единоновременно сведения блокчейна хранятся у множества участвующих в его наполнении заинтересованных лиц. При этом формат хранения данных в блокчейне представлен блоками, в которые сгруппированы эти данные. Между собой блоки стыкуются однозначным образом, что фиксируется при обновлении реестра на всех узлах сети.

Кроме того, дополнительным преимуществом использования данной технологии хранения записей о результатах проектирования индивидуальных образовательных курсов является возможность подключения и участия на различных стадиях генерации проектного решения новых потенциальных поставщиков образовательного контента. Это становится возможным благодаря тому, что множество альтернатив, из которого выбираются варианты при работе операторов генетического алгоритма, допускает расширение. Новые альтернативные варианты формируются из элементов образовательного контента. В качестве его поставщиков рассматриваются образовательные порталы учебных заведений, обслуживающие онлайн-курсы серверы, сервисы электронных библиотек и др.

Обозначенная выше методика проектирования индивидуальных образовательных курсов с внесением результатов в блокчейн дает полезную информацию в плане учета оценок качества выработанных проектов со стороны обучающихся. Иными словами, целесообразно вносить в блокчейн данные проекта, снабженные обратной связью с потребителем данного проекта. Эта связь должна показать, насколько эффективно была спроектирована структура курса, а также — в какой степени обучение по этому курсу удовлетворило потребности обучающегося. Фактически в этом случае речь идет о т.н. «больших

данных» (big data) — о данных обратной связи с обучающимися по учету выносимых ими оценок качества индивидуальных образовательных курсов.

Эффективно построенная обратная связь с обучающимися для учета их замечаний, пожеланий и оценок действительно способна порождать огромные объемы и многообразие структурированных и неструктурированных данных — «больших данных» [7]. Механизмы обработки и анализа этих значительных объемов информации существенно отличаются от традиционных алгоритмов, принятых при работе СУБД. Тем более нетривиальной представляется задача интеграции нескольких потоков данных: с одной стороны необходимо учитывать результаты проектирования индивидуальных образовательных курсов, а с другой — связанные с этими результатами «большие данные» обратной связи потребителей этих проектов. Большие данные подвергаются классификации, а также кластеризации. Минимально необходимо формировать блоки данных по оценкам, замечаниям, предложениям. Кластеризованные данные вносятся в блокчейн. В дальнейшем, эти данные будут использованы совместно с проектной информацией в рамках работы генетических операторов при проектировании очередных индивидуальных образовательных курсов в соответствии с заданными обучающимися новыми требованиями и условиями.

На основании обозначенных выше подходов к применению методики работы с распределенным реестром, а также методики учета результатов анализа больших данных от обратной связи по проектам индивидуальных образовательных курсов предложено модифицировать ранее разработанные специальные генетические операторы мутации и кроссовера для повышения эффективности синтеза. Предложенная в настоящем исследовании реализация оператора кроссовера, в отличие от классического, предполагает, что в соответствии с распределением генов по подразделам происходит размещение точек разрыва хромосом. Таким образом, обмен генами будет выполняться между подразделами одного типа. Более того, предложено организовывать работу

операторов мутации типов и параметров совместным образом. При этом одновременно ожидается изменение целиком определенных подразделом, потому что такого полного изменения параметров требует изменение их типов. У некоторых подразделов предполагается смена значения части параметров в том случае, если случайным образом были отобраны гены хромосомы. Таким образом, возможно заключить, что использование разработанного оператора многоточечного кроссовера не приводит к внесению замен в набор подразделов синтезируемого проекта учебного курса.

Под проектированием структуры индивидуального образовательного курса понимается преобразование исходного описания требований к синтезируемой программе, которые составлены по запросам обучающегося, в перечень элементов образовательного контента — информацию о составе курса и взаимосвязи его компонентов [2]. Для повышения степени автоматизации процесса синтеза индивидуальных образовательных программ с учетом характера полноты решаемой задачи предложено использовать эволюционный подход с применением генетического алгоритма и специально выработанных генетических операторов. В частности, за счет этого элементам пространства требований обучающегося сопоставляются элементы пространства образовательного контента [3].

В настоящей работе структура проектируемого индивидуального образовательного курса представлена совокупностью подразделов. Каждый подраздел формируется на основе группирования рассматриваемых элементов образовательного контента. Подразделы образовательных курсов могут быть представлены путем выбора из нескольких альтернативных вариантов. Поиск проектного решения заключается в определении наиболее удовлетворяющего требованиям обучающегося варианта компоновки элементами образовательного контента подраздела [4]. Иными словами, при работе над решением задачи структурного синтеза приходим к задаче принятия решений: из множества альтернатив требуется выбрать проектное решение, наилучшим образом соответствующее определенному изначально набору критериев. Кроме того,

немаловажной будет необходимость учитывать, что подразделы проектируемого индивидуального образовательного курса могут иметь общие параметры, также как могут их иметь различные типы одного подраздела. По этой причине считается недостижимым вычисление отдельно для каждого подраздела оптимальных значений управляемых параметров.

В результате использования разработанных в рамках настоящей работы генетических операторов и расширяемого за счет выборки из распределенного реестра в соответствии с результатами анализа больших данных обратной связи с обучающимися множества альтернатив генерируются проектные решения, которые являются экземплярами новых поколений. Анализ значений функций полезности для этих решений реализует селекцию того альтернативного варианта, который может стать оптимальным решением.

В данной работе предложено объединить ранее рассмотренный [1] подход к представлению структуры индивидуального образовательного курса в виде совокупности подразделов с методикой проектирования данной структуры из элементов пространства образовательного контента [2], а также обозначен принцип расширения множества альтернатив для работы этой методики за счет выборки из распределенного реестра на основе результатов анализа больших данных обратной связи с обучающимися. Выработанные целевые функции для оценки полезности альтернативных вариантов формирования образовательного курса используют принцип описания структуры проектного решения множеством хромосом и генов [3].

### *Список литературы*

1. Волосатова, Т. М. Проектирование образовательного процесса с применением облачных технологий и генетических алгоритмов / Т. М. Волосатова, Д. Е. Беломойцев. Текст: непосредственный // Ученые записки ИСГЗ. 2018. № 1. С. 139–145.

2. *Волосатова, Т. М.* Разработка генетического алгоритма составления учебных курсов индивидуального содержания / Т. М. Волосатова, Д. Е. Беломойцев. Текст: непосредственный // Ученые записки ИСГЗ. 2017. № 1. С. 136–142.
3. *Волосатова, Т. М.* Автоматизация проектирования структуры образовательного контента для повышения эффективности дистанционного обучения / Т. М. Волосатова, Д. Е. Беломойцев. Текст: непосредственный // Объектные системы. 2016. № 12. С. 37–43.
4. *Норенков, И. П.* Генетические методы структурного синтеза проектных решений / И. П. Норенков. Текст: непосредственный // Информационные технологии. 1998. № 1. С. 9–13.
5. *Свон, М.* Блокчейн: схема новой экономики / М. Свон. Москва: Олимп-Бизнес, 2017. 240 с. Текст: непосредственный.
6. *Равал, С.* Децентрализованные приложения. Технология Blockchain в действии / С. Равал. Санкт-Петербург: Питер, 2017. 240 с. Текст: непосредственный.
7. *Уоррен, Дж.* Большие данные. Принципы и практика построения масштабируемых систем обработки данных в реальном времени / Дж. Уоррен, Н. Марц. Москва: Вильямс, 2016. 367 с. Текст: непосредственный.