

УДК 004.75:303.732

МОДЕЛИ ЦИФРОВЫХ УСЛУГ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ ПОСРЕДСТВОМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ДОКУМЕНТОВ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ DLT-ТЕХНОЛОГИЙ

А. В. РЕШЕТНЯК,*заместитель технического директора государственного
предприятия «Центр систем идентификации»*

В статье рассмотрены технологические и организационные проблемы централизованного управления многофункциональными электронными документами обучающихся в контексте формирования цифровой платформы для обеспечения их жизненного цикла, а также формирования условий для ускоренного внедрения цифровых услуг, реализуемых на основе таких электронных документов. Обосновывается эффективность DLT-технологии распределенного реестра для формирования и управления широким спектром цифровых услуг. Анализируются методы создания интеллектуальной системы оценки качества предоставляемых обучающимся цифровых услуг на основе технологии распределенного реестра. По результатам проведенного исследования установлена и описана взаимосвязь специфики и характера услуги и систематизированы методы анализа данных о цифровых услугах в зависимости от целей аналитики. Предложены математические модели оценки рейтинга поставщика услуги, качества услуги, а также комплексной оценки критериев развития системы предоставления услуг в целом на основе принципов адаптивной аутентификации в виде функций комплексных переменных.

Ключевые слова: технологические и организационные проблемы управления многофункциональными электронными документами обучающихся, развитие цифровых услуг, многофункциональные электронные документы, технологии распределенного реестра, автоматизированные информационные системы вузов, математические модели оценки рейтинга поставщиков услуг, модели комплексной оценки критериев развития системы предоставления услуг на основе принципов адаптивной аутентификации.

ВВЕДЕНИЕ

В Указе главы государства от 29 ноября 2023 г. № 381 «О цифровом развитии» в числе приоритетных поставлены задачи создания и использования государственных цифровых платформ, масштабирования результатов пилотных проектов в сферах промышленности, сельского хозяйства, образования, внедрения административных процедур в электронной форме в проактивном формате, в том числе, перевод не менее 75 % административных процедур в электронную форму [1]. В этой связи актуализируются вопросы совершенствования подходов к организации межведомственного взаимодействия автоматизированных информационных систем, а также решения ряда задач учета, сбора и анализа информации, развития системы учета и оценки качества услуг, предоставляемых обучающимся, в том числе на основе многофункциональных электронных документов обучающихся (МЭДО) [2–5]. Важными задачами реализации централизованных

цифровых платформ являются: сквозная (межведомственная) аутентификация пользователя для предоставления цифровых услуг, а также модернизация модели межведомственного взаимодействия для обеспечения ускоренного внедрения новых цифровых услуг. Одной из успешно апробированных реализаций такого интегрированного подхода является внедрение МЭДО на основе централизованной модели управления в системе общего среднего образования г. Минска.

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ В БЕЛАРУСИ

В системе образования Республики Беларусь апробирован ряд проектов, связанных с развитием цифровых услуг, предоставляемых на основе МЭДО [2].

Системы изготовления, выдачи и сопровождения МЭДО в рамках реализованных проектов были ориентированы на существующую информационно-техническую инфраструктуру учреждений образования и возможности

масштабирования проектов. Так, например, в процессе внедрения студенческих билетов на основе смарт-карт базовыми источниками данных выступали автоматизированные информационные системы вузов. Соответственно, изготовление и выдача студенческих билетов организованы по децентрализованной схеме. В рамках проекта «Карта учащегося» апробирована модель, позволяющая обеспечивать централизованное управление процессом изготовления, выдачи и сопровождения МЭДО, за счет чего наряду с цифровыми услугами, предоставляемыми непосредственно в учреждении образования, стало возможным выполнять интеграцию МЭДО в сторонние автоматизированные системы, обеспечивать межведомственное взаимодействие, а также развивать цифровые услуги, предоставляемые в масштабах города и республики [4].

Обе указанные выше схемы эмиссии МЭДО имеют свои достоинства и недостатки, которые приведены в таблице 1.

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА УРОВНЕ «СИСТЕМА – СИСТЕМА»

С учетом сведений, приведенных в таблице, очевидным становится факт, что для развития цифровых услуг на уровне G2B, G2C, B2C, реализуемых с использованием МЭДО, наиболее эффективной является централизованная схема эмиссии, которая наряду с корпоративными сервисами позволяет развивать межведомственные цифровые услуги за счет реализации взаимодействия на уровне «система – система». Например, на основе такой модели успешно выполнена апробация проекта «Карта учащегося», в рамках которого реализовано более 10 цифровых услуг различного уровня масштабирования и ведомственной принадлежности [3]:

- на уровне учреждения образования – бесконтактный пропуск, читательский билет школьной библиотеки, авторизация пользователя в компьютерном классе, сервис авансовой

Показатель	Децентрализованная схема эмиссии	Централизованная схема эмиссии
Сопровождение базы данных о выданных и действующих МЭДО обеспечивается:	Каждым учреждением образования	Центром эмиссии
Наличие в учреждении образования квалифицированных технических специалистов	Требуется	Не требуется
Уровень контроля процесса выдачи и сопровождения МЭДО	Только на уровне учреждения образования	На уровне страны, региона, населенного пункта, учреждения образования
Изготовление МЭДО	Каждым учреждением образования самостоятельно	Централизованно
Уровень общих затрат учреждения образования для изготовления и сопровождения МЭДО	Высокий	Низкий
Возможность интеграции с поставщиками цифровых услуг, предоставление сервиса подтверждения легальности МЭДО. Уровень масштабирования цифровых услуг, предоставляемых на основе МЭДО	Только на уровне учреждения образования либо на основе соглашений (договоров) между учреждением образования и поставщиком услуг	Не ограничена. Учреждениям образования не требуется вести работу по организации взаимодействия с поставщиками услуг.
Обеспечение унифицированных подходов при внедрении новых цифровых услуг	Затруднено	Обеспечивается Центром эмиссии
Реализация принципа «Одно окно»	Затруднено	Обеспечивается
Наличие кол-центра для консультации работников учреждений образования по вопросам формирования данных для изготовления МЭДО	Не требуется	Необходимо
Возможность коммерциализации цифровых услуг на основе МЭДО	Затруднена	Имеется
Возможность развития услуг умного города на основе МЭДО	Затруднена	Имеется
Возможность организации межведомственного взаимодействия на уровне «система – система»	Затруднена	Имеется

Таблица 1. Сравнительный анализ схем эмиссии

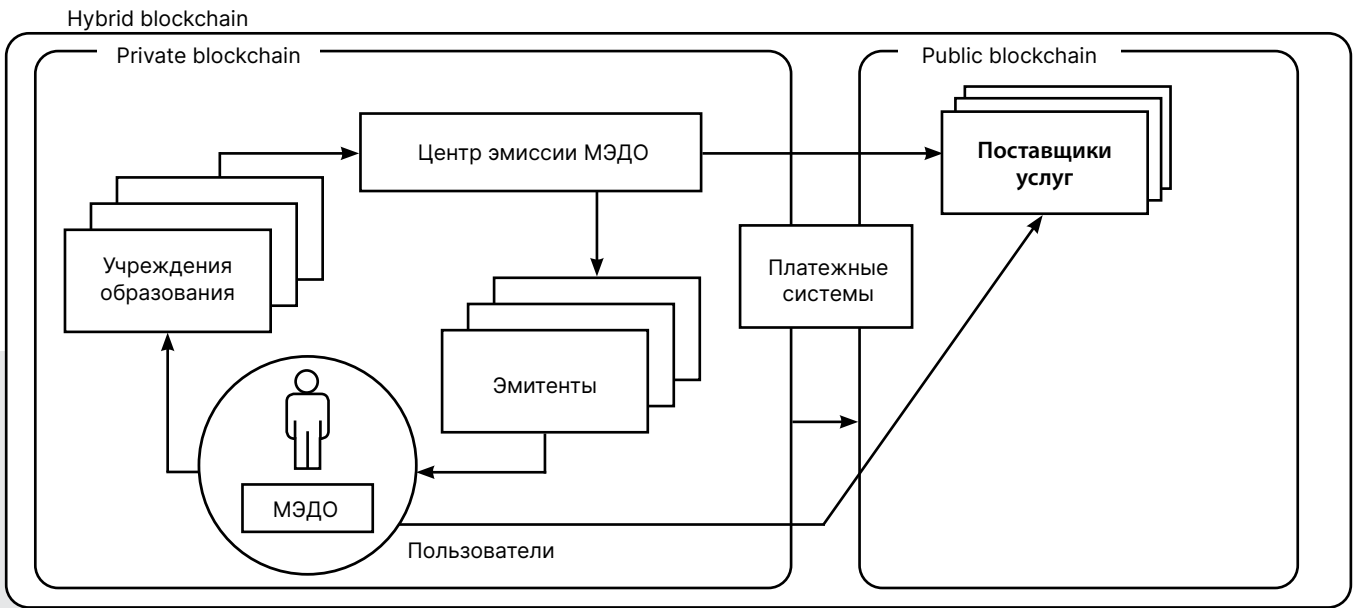


Рисунок 1. DLT-модель взаимодействия участников процесса эмиссии МЭДО

оплаты горячего питания и оплата буфетной продукции;

- на уровне города, республики – бесконтактный билет на культурно-массовые мероприятия, платежная банковская карточка с функциями родительского контроля, льготный проездной билет в пассажирском транспорте, дисконтные программы (в т. ч. накопительные) предприятий торговли, интеграция карты учащегося с системой «Электронный рецепт».

В качестве значительного недостатка, выявленного в процессе апробации проекта «Карта учащегося», отмечена возможность интеграции системы изготовления и выдачи МЭДО с участием только одного банка – партнера проекта. Необходимо отметить, что указанный недостаток является следствием необходимости выполнения жестких требований к интеграции с информационной инфраструктурой банков, которые сложно реализовать в традиционных подходах к интеграции автоматизированных систем.

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОСТАВЩИКОВ УСЛУГ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО РЕЕСТРА

Одним из возможных технических решений устранения указанного выше недостатка централизованной модели может быть реализация модели взаимодействия, построенная с использованием технологии распределенного реестра (Distributed Ledger Technology, DLT) [5], представленная на рис. 1. Такая модель предполагает фиксацию всех значимых событий с МЭДО в распределенном реестре, что обеспечивает их безусловное подтверждение для всех участников процесса эмиссии и использования МЭДО. Одновременно предлагается использование гибридного или

комбинированного блокчейна (Hybrid Blockchain), где для участников процесса заказа, изготовления и выдачи МЭДО применяется закрытый блокчейн (Private Blockchain), в рамках которого все ноды (узлы блокчейн-сети) являются известными и подключаются к сети по заранее установленным правилам [6]. Услуги на основе МЭДО могут быть реализованы на основе открытого блокчейна (Public Blockchain), где вхождение в сеть, например поставщика услуг, не связано с необходимостью выполнения ряда административно-технических процедур. За счет применения комбинированного блокчейна и использования идентификаторов МЭДО в виде зашифрованных данных становится возможной интеграция систем по унифицированным правилам с неограниченным количеством эмитентов банковской и не банковской сферы. При этом открываются возможности организации взаимодействия со сторонними автоматизированными системами поставщиков цифровых услуг в режиме подтверждения легальности предъявляемых для получения таких услуг МЭДО без раскрытия непосредственно персональных данных владельца МЭДО.

Предложенная выше DLT-модель эмиссии МЭДО с позволит привлекать значительно большее количество поставщиков услуг на основе унифицированных подходов, что обеспечивает условия для быстрого внедрения и масштабирования цифровых услуг. Технологические подходы, реализуемые в рамках DLT-модели эмиссии МЭДО, позволяют не оперировать в контуре открытого блокчейна чувствительными персональными данными, вместо этого могут использоваться уникальные идентификаторы МЭДО и токены DLT-сети. С этой целью из Private Blockchain в Public Blockchain могут транслироваться, например, только данные об уникальных идентификаторах

МЭДО и данные актуального состояния этих документов (актуален, утерян, заменен, недействителен). Платежные системы могут быть реализованы как в рамках традиционной банковской системы, так и на основе блокчейн-технологий. Информация о результатах выполнения смарт-контракта фиксируется в DLT-сети, в том числе с оценками пользователей о качестве предоставленных услуг на основе конкретных МЭДО.

Функционирование системы изготовления, выдачи и сопровождения МЭДО, а также организацию взаимодействия участников системы, включая поставщиков услуг, обеспечивает Центр эмиссии.

Формирование рейтинга цифровых услуг на основе представленной DLT-модели является рационализаторским решением, позволяющим исключить возможность формирования «заказных» отзывов об услуге. Оценки могут быть сформированы только реальными владельцами МЭДО на основе реального пользовательского опыта. Таким образом, скомпрометировать общий рейтинг поставщика становится крайне затруднительно (требуется компрометация всей DLT-сети). Данные о результатах выполнения смарт-контракта на заказ – оплату – предоставление владельцу МЭДО цифровой услуги или доставку товара фиксируются в распределенном реестре и используются как ключевые данные для оценки рейтинга поставщика услуг (товаров). Наряду с этим после выполнения условий смарт-контракта владелец МЭДО субъективно оценивает работу поставщика услуг, что также фиксируется в распределенном реестре.

Существует несколько методик построения моделей оценки рейтинга поставщика услуги, одна из которых изложена в [5].

Для DLT-модели, описанной выше, запишем весовой коэффициент для поставщика услуг в следующем виде:

$$W_{u,v} = \frac{S_{u,v}}{\sum_{u=1, v=1}^{n,m} S_{u,v}} P_v, \quad (1)$$

где $S_{u,v}$ – число, показывающее сколько раз данный поставщик v выполнял заказываемую услугу для u клиентов; P_v – некоторое выражение (в простейшем виде число), подтверждающее надежность поставщика. P_v может быть представлено отношением числового показателя количества успешно выполненных смарт-контрактов к общему количеству заключенных им сделок.

Тогда общая оценка рейтинга поставщика услуги может быть представлена формулой:

$$R(v) = \sum_{u=1}^n W_{u,v}. \quad (2)$$

Оценка рейтинга поставщика электронной услуги в общем случае зависит от специфики и характера самой услуги. Если это, например, оплата за проезд, доступ в интернет, кредитные операции и др., то в качестве критерия оценки

рекомендовано использовать ликвидность баланса [5]. В этом случае, если принять количество полученных поставщиком v активов по результатам выполнения смарт-контрактов за x , а количество обязательств по смарт-контрактам – за y , выражение, связывающее x и y , будет выглядеть следующим образом:

$$f(x,y) = (x+y) \exp \left[-2 \sin^2 \left(\frac{\pi}{4} - \operatorname{atan} \left(\frac{y}{x} \right) \right) \right]. \quad (3)$$

Из приведенного выражения и графика функции следует, что наибольшее значение $f(x,y)$ принимает при $x = y$, т. е. минимальным требованием при оценке рейтинга поставщика является равенство числа поступивших от клиента заказов числу выполненных поставщиком электронных услуг. Таким образом, функция $f(x,y)$ является по сути дела функцией полезности или надежности поставщика.

Оценка рейтинга поставщика позволяет: сформировать условия для повышения качества услуг, предоставляемых на основе МЭДО; использовать оценку рейтинга поставщика услуги как один из важных показателей комплексного анализа качества предоставляемой им услуги; использовать оценки рейтингов поставщиков услуг для анализа развития системы в целом.

Для оценки качества непосредственно цифровой услуги может быть использована одна из наиболее популярных методик оценки качества инновационных услуг SERVQUAL [7].

Новизна реализации оценки качества услуги с использованием методики SERVQUAL на основе предложенной выше DLT-модели эмиссии МЭДО заключается в том, что в отличие от традиционных моделей применение органолептических и субъективных оценок пользователя сводится к минимуму [8]. В качестве базовых показателей предлагается использовать оценки, формируемые на основе данных, агрегируемых в DLT-сети. В частности: результаты реализации смарт-контрактов, показатели оценки рейтингов поставщиков услуг, время реализации услуг, количество отказов (возвратов) сформированных потребителями заказов и др. Эти данные позволяют формализовать такие базовые критерии оценки качества SERVQUAL, как: физическое состояние K_1 (услуга предоставлена, смарт-контракт выполнен успешно), надежность K_2 (после выполнения смарт-контракта пользователь не открывал процедуры спора или требований о возврате средств), отзывчивость K_3 (как быстро был реализован смарт-контракт, как быстро реагировал поставщик услуги на претензии пользователя); эмпатия K_4 (в качестве критерия может быть использован рейтинг поставщика $R(v)$, рассчитанный по формуле (2). При этом критерий «Уверенность» K_5 по-прежнему может формироваться на основе субъективной оценки пользователем качества предоставленной услуги на основе реального пользовательского опыта.



Тогда качество услуги может быть оценено с использованием следующих расчетов:

$$SQ = 4 * K_5 - \sum K_{i(1-4)} \quad (4)$$

где SQ – оценка качества услуги по модели «SERVQUAL», $\sum K_i$ – сумма показателей $K_1 - K_4$

Наряду с оценкой рейтинга поставщика и качества услуги целесообразно рассматривать комплексные показатели развития всей системы развития услуг, предоставляемых на основе МЭДО, где в качестве критериев могут использоваться следующие показатели: прирост количества услуг за период времени; уровень готовности к интеграции с автоматизированной системой поставщика услуги любой степени цифровой зрелости; количество не востребованных пользователями услуг; количество услуг с оценками пользователей 4+ с динамикой развития за период времени; количество услуг по секторам G2C, B2B, B2C с динамикой развития за период времени; общее количество владельцев МЭДО и отношение количества МЭДО к количеству пользователей, участвующих в получении услуг по секторам G2C, B2B, B2C с динамикой развития за период времени (кто-то пользуется только внутренними сервисами учреждения образования, активно пользуется транспортом и библиотеками, кто-то – всем комплексом услуг, включая услуги частного формата).

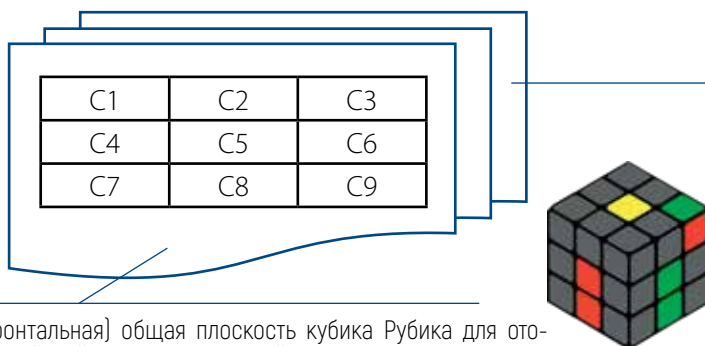
Предложенные выше модели сбора данных и реализации алгоритмов оценки рейтинга поставщика и качества услуг коррелируют с моделью оценки на основе адаптивной многофакторной аутентификации товаров, описанной в [9]. При такой комплексной оценке по предложенной в [9] модели формируется визуализация трехмерного кубика Рубика с позиционной привязкой и взаимосвязью клеток на всех плоскостях кубика в единой системе нумерации, которая синхронна с нумерацией комплексных чисел

$C1-C9$, входящих в состав обобщенной математической модели (рис. 2).

Таким образом для визуализации предлагается использовать пример кубика Рубика, где скалярные значения комплексных чисел $\langle Ci \rangle$, соответствующие оценке услуги по заданному критерию, размещаются в клетках одной из плоскостей кубика. При этом в результирующем представлении трехмерного кубика Рубика применяется позиционная привязка и взаимосвязь клеток на всех плоскостях кубика в единой системе нумерации, которая синхронна с нумерацией комплексных чисел $C1-C9$, входящих в состав обобщенной математической модели.

Рассмотрим отдельные попарно взаимосвязанные плоскости оцениваемых метрик услуг за счет представления компонент комплексных чисел $\langle C \rangle$ с одной общей плоскостью для клеток представления действительных частей и соответствующими различными плоскостями и клетками для представления мнимых частей комплексных чисел $\langle C \rangle$. Модель представляет собой результат комплексных измерений объекта исследования, отражающих значение степени совпадения и степени различия отдельных метрик испытуемой услуги $\langle X \rangle$ с соответствующими параметрами эталона $\langle A \rangle$ и параметрами возможных отклонений $\langle OA \rangle$, т. е. негативных отклонений от эталона услуги типа F1-F4.

Для оценки характеристик услуги пользователь, как указано выше, применяет как автоматически определяемые параметры (результаты выполнения смарт-контрактов и др.), так и субъективные оценки реальных пользователей – владельцев МЭДО. Результатом процедуры адаптивной (многофакторной) оценки характеристик услуги пользователем является формирование специализированной цифровой модели характеристик товара в виде совокупности из нескольких комплексных чисел вида $\langle C_{\text{покуп}} \rangle$, описывающей товар по оценке покупателя



Главная (фронтальная) общая плоскость кубика Рубика для отображения значений действительных частей всех комплексных чисел из совокупности $C1-C9$, т. е. значений $a1/a2/a3/a4/a5/a6/a7/a8/a9$.

Взаимосвязь значений действительных и мнимых частей $C1-C9$ обеспечивается за счет применения единых позиционных адресов размещения клеток на головной плоскости реальных чисел и боковых плоскостях (т. е. соответствующих плоскостей для мнимых частей комплексных чисел $C1-C9$).

Отдельные боковые плоскости кубика Рубика для отображения мнимых значений комплексных чисел $C1-C9$, отдельно для каждой услуги «0A», по которой сформирован низкий рейтинг поставщика услуги, либо низкая оценка качества услуги, либо затребован возврат средств за некачественно оказанную услугу. Количество используемых мнимых значений (т.е. значений $b1/b2/b3/b4/b5/b6/b7/b8/b9$) и результат их распределения по соответствующим боковым плоскостям в кубике Рубика зависят от количества видов неудовлетворительно оказанных услуг «0A» для данной эталонной услуги «A».

Рисунок 2. Система адресной позиционной взаимосвязи клеток кубика с идентификаторами комплексных чисел

и подлежащей в дальнейшем контрольной проверке соответствия контрольным значениям (метрикам) из эталонной модели в виде совокупности комплексных чисел $\langle C_{\text{эксперт}} \rangle$, описывающей оценку товара установленным ранее при проверке данного товара контролером-экспертом.

В отличие от оценки товара, предложенной в [9], алгоритм формирования результата оценки соответствия критериев испытуемой услуги эталонным критериям некоторого цифрового двойника услуги, осуществляется путем сравнения (операций попарного вычитания значений соответствующих действительных и мнимых частей комплексных чисел) из этих двух групп комплексных чисел $\langle C_{\text{покуп}} \rangle$ и $\langle C_{\text{эксперт}} \rangle$, а затем (на втором этапе контрольного сравнения) – применения алгоритма правила «Вето», т.е. «Соответствует/ Не соответствует» для формализованной оценки полученных значений сравнения: «Превышен/ Не превышен» соответствующий диапазон допустимых значений $\langle C_{\text{покуп}} \rangle$ как по значениям действительной компоненты $\langle A \rangle$ из комплексного числа $\langle C_{\text{эксперт}} \rangle$, так и по значению мнимой компоненты $\langle B \rangle$ из комплексного числа $\langle C_{\text{эксперт}} \rangle$.

Графически алгоритм попарного сравнения соответствующих комплексных чисел из двух множеств и применения правила «Вето» можно представить как процедуру «попадания либо непопадания» значений точек комплексных чисел ($C_{\text{покуп}}$) в ограниченный прямоугольный участок под названием «Двумерное окно допустимых ограничений» на комплексной плоскости, предварительно размеченной на прямоугольные участки значениями комплексных чисел ($C_{\text{эксперт}}$)

из эталонной модели, которая хранится в автоматизированной информационной системе Центра эмиссии.

Графический пример «Двумерного окна допустимых ограничений», сформированного комплексным числом $\langle C_{\text{эксперт}} \rangle$, представлен на рис. 3.

Изображенное на рис. 3 поле представляет собой двумерное нормированное комплексное поле, имеющее две взаимно перпендикулярные оси: нормированную действительную ось $Re z$ (диапазон значений 0.0 – 1.0) и нормированную мнимую ось $Im z$ (диапазон значений 0.0 – 1.0).

Предлагаемое к рассмотрению двумерное комплексное поле предназначено для попарного размещения и отображения его плоскости нормированных комплексных чисел $\langle C_{\text{эксперт}} \rangle$ и $\langle C_{\text{покуп}} \rangle$ из двух множеств:

- множества чисел цифровой модели оценок, сформированных контролером-экспертом;
- множества чисел цифровой модели оценок, сформированных текущим покупателем.

Вначале на комплексном поле размещается число $\langle C_{\text{эксперт}} \rangle$, которое графически рассекает комплексную плоскость на четыре прямоугольных участка. Правый верхний прямоугольный участок комплексной плоскости представляет собой «Двумерное окно ограничений (ДКО)» [5]. В данном окне формируется графическое представление контрольного сравнения со вторым комплексным числом $\langle C_{\text{покуп}} \rangle$. Двумерное окно допустимых ограничений представляет собой четкое множество и позволяет построить процесс контрольного сравнения комплексных чисел в заданном диапазоне значений $\langle C_{\text{эксперт}} \rangle$.

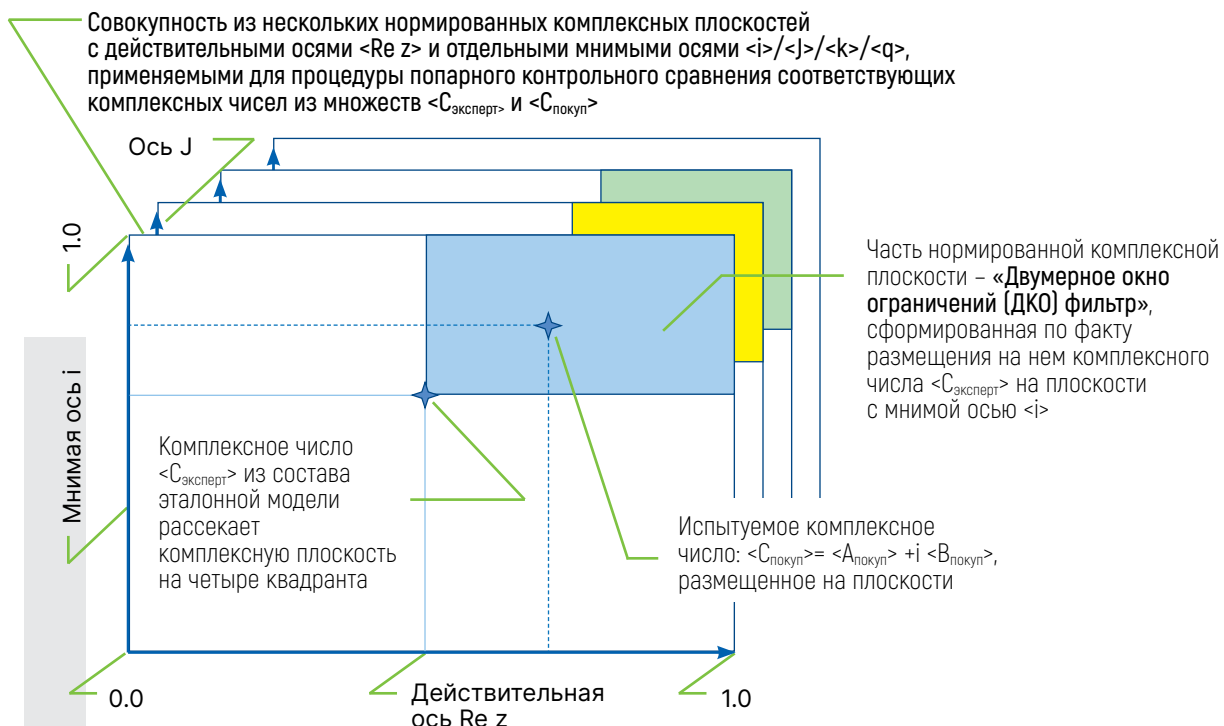


Рисунок 3. Пример сформированного «Двумерного окна допустимых ограничений» для испытуемых комплексных чисел



Математические формулы, описывающие процесс контрольного сравнения двух множеств комплексных чисел приведены далее (1-4).

Если принять, что $\langle C_{\text{покуп}} \rangle$ – комплексное число из многофакторной совокупности, описывающей услугу по оценке покупателя, $\langle C_{\text{эксперт}} \rangle$ – комплексное число из многофакторной совокупности, описывающей оценку услуги контролером-экспертом (Центром эмиссии), и, соответственно, значения $\langle A_{\text{покуп}} \rangle$ и $\langle A_{\text{эксперт}} \rangle$ – действительные части комплексных чисел, отражающие метрики «**Степени схожести/подобия**» характеристик исследуемой покупателем услуги и эталонной модели эксперта-контролера, а $\langle B_{\text{покуп}} \rangle$ и $\langle B_{\text{эксперт}} \rangle$ – мнимые части, отражающие «**Степень различия**» критериев оценки услуги от соответствующей метрики i одного из видов возможных отклонений от эталонной модели услуги (цифрового двойника) как по оценке покупателя, так и по оценке контролера-эксперта, **то операция** попарного вычитания значений соответствующих действительных и мнимых частей комплексных чисел из этих двух групп комплексных чисел $\langle C_{\text{покуп}} \rangle$ и $\langle C_{\text{эксперт}} \rangle$ и получение результирующего значения в виде третьей совокупности комплексных чисел $\langle C_{\text{рез}} \rangle$:

$$\langle C_{\text{покуп}} \rangle - \langle C_{\text{эксперт}} \rangle = \langle C_{\text{рез}} \rangle, \quad (5)$$

где:

$$\langle C_{\text{покуп}} \rangle = \langle A_{\text{покуп}} \rangle + i \langle B_{\text{покуп}} \rangle; \quad (6)$$

$$\langle C_{\text{эксперт}} \rangle = \langle A_{\text{эксперт}} \rangle + i \langle B_{\text{эксперт}} \rangle; \quad (7)$$

$$\langle C_{\text{рез}} \rangle = \langle A_{\text{рез}} \rangle + i \langle B_{\text{рез}} \rangle = \langle A_{\text{покуп}} - A_{\text{эксперт}} \rangle + i \langle B_{\text{покуп}} - B_{\text{эксперт}} \rangle \quad (8)$$

На втором этапе оценки используются формулы алгоритма работы правила «Вето» – оценка полученных значений результатов из множества комплексных чисел $\langle C_{\text{рез}} \rangle$ и формирование на их основе соответствующих значений по четырехзначной шкале для визуализации результата в соответствующих клетках кубика Рубика:

- Если значение $(A_{\text{покуп}} - A_{\text{эксперт}}) > 0$, т. е. больше нуля, то формируется клетка зеленого цвета на плоскости кубика Рубика. **Вывод:** исследуемая услуга имеет допустимую «**Степень схожести/подобия**» с эталоном по данному типу анализируемой метрики многофакторной аутентификации.
- Если значение $(A_{\text{покуп}} - A_{\text{эксперт}}) = 0$, то формируется клетка желтого цвета на плоскости кубика Рубика. **Вывод:** наблюдается предельно допустимое значение «**Степени схожести/подобия**».
- Если значение $(A_{\text{покуп}} - A_{\text{эксперт}}) < 0$, то формируется клетка красного цвета на плоскости кубика Рубика. **Вывод:** исследуемая услуга не имеет допустимую «**Степень схожести/подобия**» с эталоном по данному типу анализируемой метрики многофакторной аутентификации.

- Если значение $(A_{\text{покуп}} - A_{\text{эксперт}})$ соответствует виду $(0,0 - A_{\text{эксперт}})$, то формируется клетка белого цвета. **Вывод:** данная характеристика (услуга) не оценивалась покупателем. Эта ситуация возможна при адаптивном изменении по желанию покупателя совокупности производимых оценок характеристик исследуемого товара.

Аналогичный алгоритм используется при оценке результатов мнимых частей $\langle B_{\text{рез}} \rangle$ комплексного числа $\langle C_{\text{рез}} \rangle$ и соответствующего представления для визуализации «**Степени различия**» метрики товара от соответствующих метрик одного из возможных фальсификатов.

Алгоритм анализа характеристик услуг, построенный на основе предложенной выше модели адаптивной аутентификации, позволяет значительно повысить качество оценки критериев развития системы предоставления услуг на основе МЭДО в целом. При увеличении количества характеристик услуги, доступных для анализа как явных (действительных частей всех комплексных чисел), так и неявных (мнимых значений комплексных чисел) при сравнении с метриками эталона А и отклонений F, значительно повышается чувствительность всей системы оценки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровизация документооборота приводит к многообразию и трансформации моделей предоставления цифровых услуг в различных сферах, в том числе и для учащихся как наиболее активных потребителей различных услуг. Одновременно актуализируются задачи определения степени централизации эмиссии документов и их автоматической аутентификации, анализа подходов к интеллектуализации систем управления документооборотом и применения моделей оценки качества предоставляемых цифровых услуг, соответствующих их многообразию и динамике развития.

Подход к решению этих задач на основе технологии распределенного реестра (DLT-технологии) взаимодействия участников процесса эмиссии МЭДО в комплексе с моделью оценки на основе адаптивной многофакторной аутентификации товаров, а также предложенные показатели оценки качества и развития услуг, реализуемых на основе МЭДО, позволяют обосновать следующие направления совершенствования системы документооборота для повышения эффективности предоставляемых цифровых услуг:

- создать в системе образования цифровую платформу на основе DLT, что в дальнейшем позволит развивать современные цифровые, финансовые и социальные услуги;
- внедрить универсальную систему изготовления и выдачи МЭДО системы образования, которая может быть тиражирована в других сферах деятельности. При этом формируются необходимые условия для оперативного

и качественного сопровождения общереспубликанских баз данных об обучающихся;

- сформировать необходимые условия для развития цифровых услуг с механизмом оценки рейтинга поставщиков услуг;
- предложить новую модель оценки качества цифровых услуг, предоставляемых на основе МЭДО;
- сформировать условия для оценки уровня развития цифровых услуг, предоставляемых на основе МЭДО.

Сформировать распределенный информационный ресурс о действующих МЭДО, который обладает всеми преимуществами централизованной схемы эмиссии при более высокой степени достоверности фиксируемых событий, что обеспечивает сохранение контрольных функций в традиционной системе управления.

Реализация предложенного интегрированного подхода позволит сформировать необходимые организационно-технические условия для обеспечения ускоренного внедрения цифровых услуг во взаимодействии с их потребителями при минимальных затратах на их имплементацию в действующие бизнес-процессы организаций-участников. В свою очередь это будет способствовать значительному снижению затрат на изготовление

идентификационных документов системы образования, а также улучшению условий межведомственного взаимодействия на уровне G2B, G2C, B2C, реализуемых с использованием МЭДО.

Предложенные математические модели оценки рейтинга поставщика услуги, качества услуги, а также комплексной оценки критериев развития системы предоставления услуг в целом на основе принципов адаптивной аутентификации в виде функций комплексных переменных позволяют формализовать критерии развития всей системы предоставления услуг в целом. Реализация математической модели в виде трехмерной модели кубика Рубика обеспечивает визуализацию оценки и способствует реализации функций поддержки принятия решений для развития всего комплекса услуг в рамках предложенной DLT-модели.

В результате реализации предложенной модели и методов оценки качества цифровых услуг могут быть сформированы условия для интеграции МЭДО в сторонние автоматизированные системы различного уровня цифровой зрелости, обеспечения устойчивого межведомственного взаимодействия, а также развития цифровых услуг, предоставляемых на основе МЭДО в масштабах города и страны в целом. **ВС**

ЛИТЕРАТУРА

1. О цифровом развитии [Электронный ресурс] : Указ Президента Республики Беларусь, 29.11.2023, № 381 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 02.12.2023, 1/21135. – Режим доступа: www.pravo.by. – Дата доступа: 13.03.24.
2. Использование многофункциональных идентификационных карт в системе образования Республики Беларусь / А. Н. Курбацкий [и др.] // Цифровая трансформация – 2021. – № 1. – С. 46–52.
3. Решетняк, А. В., Кочин, В. П. Где «ключи» идентификации жителей умного города / В. Кочин, А. Решетняк // Вестник связи. – 2021. – № 12. – С. 26–29.
4. Вопросы развития электронных услуг на основе многофункциональных смарт-карт / В. И. Дравица [и др.] // Вестник связи – 2018. – № 5 (151). – 2018. – С. 62–64.
5. Решетняк, А. В., Дравица, В. И. Комплексное использование технологий идентификации и распределенных реестров для развития электронных услуг на основе многофункциональных интеллектуальных документов / А. В. Решетняк, В. И. Дравица // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия физико-технических наук. – 2020. – Т. 65. – № 1. – С. 110–116.
6. Разработать алгоритмическую модель, архитектурные решения и программное обеспечение протокола информационной системы цифрового мониторинга маркированных RFID-метками объектов на основе технологий распределенных реестров (DLT/blockchain): отчет о НИР (промежут.): Государственное предприятие «Центр систем идентификации», исполн: Агафонов А. В. [и др.] – 2020.
7. Корсунова, Н. Н. Возможности применения модели «SERVQUAL», метода «INDSERV», метода «MS», метода «CSI», метода «NPS» в оценке качества инновационных банковских услуг для корпоративных клиентов / Н. Н. Корсунова // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 6 (47). – С. 418–427.
8. Способ комплексного контроля товара: Евразийский пат. № 037560 / В. И. Дравица, Г. Е. Волнистый, Е. А. Якушкин, А. В. Агафонов, А. В. Старцев, А. В. Решетняк, В. И. – Оpubл. 14.04.2021.
9. Дравица, В. И. Контроль параметров маркированного объекта на основе принципов адаптивной аутентификации / В. И. Дравица, А. В. Решетняк, А. В. Старцев // Научно-практический журнал «Новости науки и технологий» – 2022. – № 1 (60). – С. 37–47.

The stages of formation of the Chinese cultural industry and its current state are considered. The concept of cultural industry is given and a list of the main types of creative activities that are classified as cultural industries is given. It is noted that the digitalization of cultural heritage is an important part of the digital economy and a new economic form that integrates the digital economy and the cultural economy. The indicators and main factors of the significance and effectiveness of cultural industries in the context of global digitalization are presented and the features of the export of Chinese creative products are characterized.

Key words: cultural industries, digitalization of culture in China, economics of culture, digital content, export of creative goods and services.