

УДК 004.622; 004.435; 004.55  
DOI: [10.26102/2310-6018/2025.48.1.032](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.48.1.032)

## Классификация и модель объектов метaprостранства расширенной реальности

В.А. Дорохин, С.А. Подгорный✉, Н.А. Токарева

*Государственный университет «Дубна», Дубна, Российская Федерация*

**Резюме.** В статье рассматривается современное состояние технологий расширенной реальности и перспективы их глобального применения. Для создания глобальных распределенных сетей расширенной реальности необходимы общие подходы и стандарты, которые, в свою очередь, требуют методического обеспечения. Актуальность исследования обусловлена активным развитием технологий расширения реальности и необходимостью в создании простой и универсальной платформы для обмена иммерсивным контентом. Авторами предлагаются методы классификации метaprостранств и объектов метaprостранств. На основе классификации и требований, предъявляемых к метaprостранствам, предложена модель хранения и базовая технология для создания языка разметки объектов метaprостранства. Предлагаемая схема является функционально-независимой и позволяет расширять язык разметки новыми компонентами. Предлагается модель для хранения объектов метaprостранства, основная задача модели – обеспечить потенциальную расширяемость. Полученные результаты могут стать основой для разработки языка разметки объектов метaprостранства и браузеров-интерпретаторов для различных носимых устройств. Схожесть разметки и подходов к отображению содержимого позволит в процессе разработки повторно использовать часть классической Internet инфраструктуры, например, серверной части. Предложенная классификация также позволит разделять носимые устройства по функциональным категориям, тем самым определяя их возможности с точки зрения интерпретации метaprостранств.

**Ключевые слова:** расширенная реальность, метaprостранство, дополненная реальность, геоориентированный AR интернет, иммерсивные технологии, XR, модель объекта метaprостранства, ERML.

**Для цитирования:** Дорохин В.А., Подгорный С.А., Токарева Н.А. Классификация и модель объектов метaprостранства расширенной реальности. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2025;13(1). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1823> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.48.1.032

## Classification and model of objects in extended reality metaspaces

V.A. Dorokhin, S.A. Podgorny✉, N.A. Tokareva

*Dubna State University, Dubna, the Russian Federation*

**Abstract.** The article discusses the current state of augmented reality technologies and prospects for their global application. To create global distributed augmented reality networks, common approaches and standards are needed. That task requires methodological support. The relevance of the research is due to the active development of XR technologies and necessity to create a simple and universal platform for immersive content exchange. The authors propose methods for classifying metaspaces and metaspaces objects. Based on classification and requirements for metaspaces, a storage model and a basic technology for creating a markup language for metaspaces objects are proposed. The proposed scheme is functionally independent and will allow the markup language to be expanded with new components. A model for storing metaspaces objects is proposed, the main task of the model is to ensure potential extensibility. Obtained results can be used as a basis for developing a markup language for metaspaces objects and browser-interpreters for various wearable devices. The similarity of markup and approaches to displaying content will allow the development process to reuse part of the classic Internet infrastructure, such as the server part. The proposed classification will also

allow wearable devices to be divided into functional categories, thereby determining their capabilities in terms of interpreting metaspaces.

**Keywords:** extended reality, metaspaces, augmented reality, geo-oriented AR internet, immersive technologies, XR, metaspaces object model, ERML.

**For citation:** Dorokhin V.A., Podgornyi S.A., Tokareva N.A. Classification and model of objects in extended reality metaspaces. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2025;13(1). (In Russ.). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1823> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.48.1.032

## Введение

Современный мир переживает стремительное развитие технологий, связанных с визуализацией и обработкой информации. Одной из ключевых тенденций становится интеграция геопространственных данных с иммерсивными технологиями, что открывает новые горизонты в создании дополненной и смешанной реальности. Эта область технологий находится на пересечении информационных систем, человеко-машинного взаимодействия и пространственных вычислений, что делает ее перспективной как с научной, так и с прикладной точки зрения.

Иммерсивные технологии – это совокупность аппаратных и программных решений, которые создают у пользователя ощущение погружения в искусственную или дополненную среду. Эти технологии направлены на интеграцию виртуального и реального миров с целью усиления восприятия, интерактивности и вовлеченности.

Метапространство – это виртуальная трехмерная среда, координаты которой привязаны к координатам реального мира. Метапространство может содержать двумерные и трехмерные объекты, которые интегрируются в изображение реального мира и в некоторых случаях, вступают с ним во взаимодействие [1].

Перспективность развития систем расширенной реальности была идеально проиллюстрирована во многих произведениях научной фантастики и кинематографа. Это дает общее понимание развития технологий человеко-машинного взаимодействия в будущем. Анализ состояния области иммерсивных технологий показывает перспективы значительного роста в ближайшей перспективе, а также наличие технологических возможностей создания глобальных геопространственно ориентированных сетей расширенной реальности [2].

Для создания общего метапространства необходимо наличие стандартов и унифицированных форматов хранения информации об объектах смешанной реальности и триггерах, которые привязывают их к реальному миру. Для этого необходимо разработать методы классификации как подвидов метапространств, так и виртуальных объектов. Формирование модели представления объектов позволит впоследствии формулировать протоколы обмена и структуру файлов для обмена объектами внутри сети.

## Классификация метапространств

Метапространство представляет собой набор виртуальных объектов поверх реального мира, при этом, возможно существование различного набора слоев виртуальных объектов. Отличие может заключаться в месте размещения, целях, трекинговых возможностях и других параметрах, так или иначе влияющих на характеристики и функциональность метапространства. Для обеспечения методической поддержки в разработке и применении метапространств предлагается следующая классификация (Рисунок 1):

По типу доступа. Глобальные решения являются открытыми и используют общее реальное пространство, частные – создаются на отдельно взятой территории для решения каких-либо прикладных задач здания \ организации \ города \ страны и т. д. Частные

метапространства отличаются закрытостью доступа к их данным для любого желающего и обрабатываются посредством частных маршрутизационных узлов.

По характеру размещения. Ввиду использования различных технологий позиционирования в зависимости от нахождения пользователя стоит выделить отдельно метапространства улицы и помещения, они имеют различную структуру хранения и принципы маршрутизации запросов. Встроенные метапространства представляют собой набор виртуальных объектов, которые привязаны к определенному реальному объекту, без привязки к пространству. В качестве примера можно привести интерфейс управления IoT устройствами в смешанной реальности.

По типу вложенности. Для организации навигации внутри метапространства, при этом сохраняя возможность локального управления предлагается использование термина субметапространство. Это метапространство, имеющее набор точек входа-выхода с большим метапространством, позиционно включающим текущее пространство в свое множество.

По типу взаимодействия. Одиночные метапространства отличаются от сетевых возможностью обмена данными между клиентами метапространства в реальном времени. Иными словами, клиенты виртуального пространства могут взаимодействовать в виртуальной среде. Для этого используются технологии синхронизации расширенной реальности [3].

По типу регулирования. В процессе эксплуатации метапространства возникает задача разделения прав собственности на реальное пространство в виртуальности. Существует несколько возможных решений данной задачи, а именно:

- отсутствие регулирования – любой пользователь может добавить виртуальный объект куда угодно;
- регулирующий орган – лицо или группа лиц, принимающих решение о возможности выделения определенного реального пространства в пользование владельца виртуального содержимого;
- консенсуальное регулирование – управление правами владения на основе технологий консенсуса. В качестве базовой технологии может использоваться блокчейн, пример подобного решения уже существует [4].

По типу маршрутизации. Распределенные метапространства представляют собой сеть, в которой поиск виртуальных объектов производится на основе набора пользовательских параметров для получения релевантного набора виртуальных объектов. Локальные метапространства хранятся и передаются пользователю с одного сетевого узла и не требуют внутренней маршрутизации запросов.



Рисунок 1 – Классификация метапространств  
Figure 1 – Metaspaces classification

## Классификация объектов расширенной реальности внутри метaproстранств

Внутри метaproстранств основным содержимым являются виртуальные объекты. Виртуальный объект содержит информацию, необходимую для идентификации его местоположения в реальном пространстве, метаинформацию и сам виртуальный объект, представленный в каком-либо интерпретируемом клиентом формате. При этом, можно выделить различные подклассы объектов, которые требуют различной бизнес-логики для их использования, а в некоторых случаях – отдельной технологической и алгоритмической базы.

Существующие на текущий момент варианты классификаций, как правило, не учитывают структурные, содержательные и динамические параметры объектов. Примеры таких классификаций можно встретить в ряде отечественных и зарубежных статей [5–7], и тем не менее, представленные методы классификации относятся к объектам дополненной реальности, что не совсем корректно для описания объектов метaproстранства, ввиду смешения технологий дополненной, смешанной, а в некоторых случаях, и виртуальной реальности.

В статье [6] авторы предлагают, в том числе, классификацию объектов по характеру их применения. Ввиду направленности работы на создание универсальной модели предлагается отказаться от такого разбиения, тем самым уходя от зависимости к предметной области. В работе [8] предлагается классификация, верхними узлами которой являются технологии отображения, что также не подходит для метaproстранства, поскольку одним из основных требований, предъявляемых к подобным системам, является независимость от устройства отображения. На нижних уровнях присутствует разделение на внутренние и внешние объекты, что ввиду различности технологий может быть использовано в классификации объектов метaproстранства.

Классификация объектов метaproстранства, предложенная авторами работы, показана на Рисунке 2.

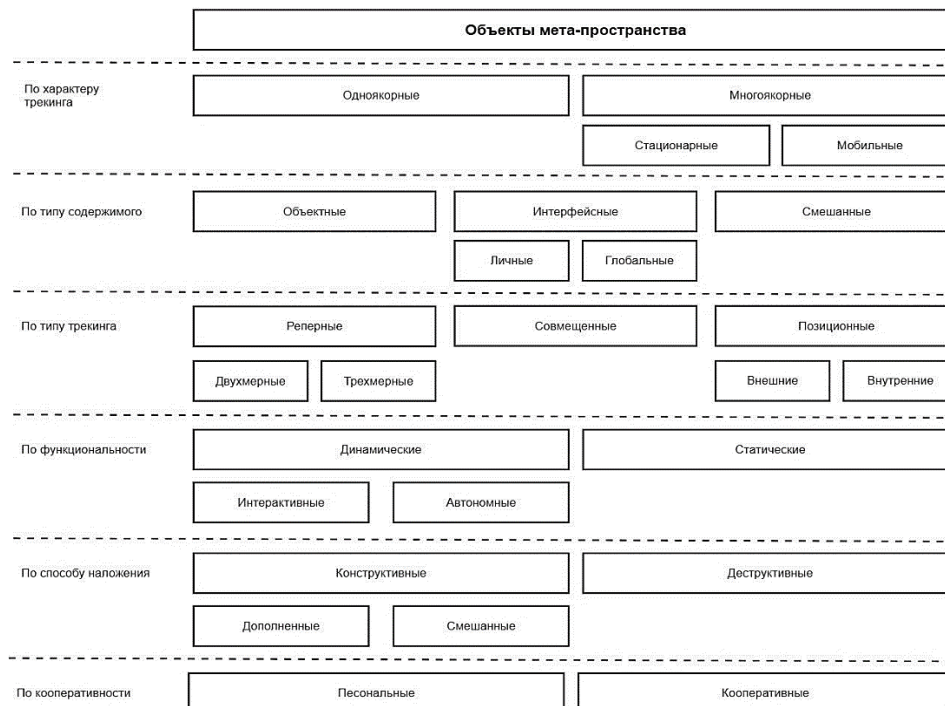


Рисунок 2 – Классификация объектов метaproстранства  
Figure 2 – Metaspaces objects classification

По характеру трекинга. Для привязки объекта к реальному миру используется якорь. Якорь может иметь разную природу, тем не менее он указывает точку в пространстве, которая используется как точка начала координат для размещения виртуального объекта. В случае с маркерным отображением, многоякорным объектом может считаться тот, который имеет более одной метки. Например, вывод виртуального объекта по центру улицы на основе распознавания различных маркеров изображений с разных сторон улицы. Все объекты, имеющие привязку только по позиции, являются многоядерными. Много-якорные объекты могут делиться на мобильные и стационарные. Мобильные объекты могут перемещаться относительно начальной точки вывода и сохранять свое динамическое положение в пространстве. Стационарные – за счет якорей уточняют свое местоположение в процессе перемещения пользователя, пример такого объекта изображен на Рисунке 3а.

По типу содержимого. Содержимое объекта метaprостранства может быть построено из интерфейсов, адаптированных к условиям виртуального пространства и трехмерных объектов. Могут встречаться смешанные объекты, в которых используются одновременно пользовательские интерфейсы и трехмерные объекты. Интерфейсы, при этом, могут делиться по характеру привязки на личные (Рисунок 3б) и глобальные (Рисунок 3г). Личные интерфейсы привязаны непосредственно к пользователю, то есть, носимое устройство является точкой начала координат для таких объектов.

По типу трекинга. Существует несколько способов определения точки, которая будет использоваться как начальная координата виртуального объекта. Основное разделение идет на маркерные и безмаркерные способы трекинга. Маркерные привязаны к определенному объекту, который распознается с помощью камеры и далее, по известным размерам объекта происходит его позиционирование относительно пользователя. В самом общем виде маркеры можно разделить на двумерные (такие как изображения, схемы, QR-коды и т. д.) и трехмерные, в которых происходит распознавание трехмерного объекта целиком. Позиционный, или безмаркерный тип трекинга основан на системе позиционирования пользователя в окружающем пространстве. Как пример можно привести GPS [9], позиционирование по маякам и другие технологии класса VPS [10]. Они, в свою очередь, делятся на внутренние и внешние относительно нахождения в помещении.

По функциональности. Объекты метaprостранства могут использоваться для решения различных прикладных задач, ввиду чего классификация их прикладного назначения видится не объективной. Тем не менее можно выделить функциональность как действие. Объекты могут быть статическими и динамическими. Динамические подразумевают возможность какого-либо изменения. В свою очередь, делятся на автономные и интерактивные, что характеризует возможность пользователя влиять на объект. Например, виртуальная афиша спектакля, представленная на Рисунке 3д, является динамическим автономным объектом.

По способу наложения. Конструктивные объекты метaprостранства не перекрывают объекты реального мира. Деструктивные – изначально настроены на перекрытие реального объекта виртуальным, например, когда маркер используется исключительно для целей позиционирования виртуальных объектов либо в задачах, подобных Рисунку 3в. Конструктивные объекты делятся на дополненные и смешанные. Дополненные дополняют реальное пространство виртуальными объектами, а смешанные частично его заменяют, интегрируя виртуальные объекты с объектом реального мира.

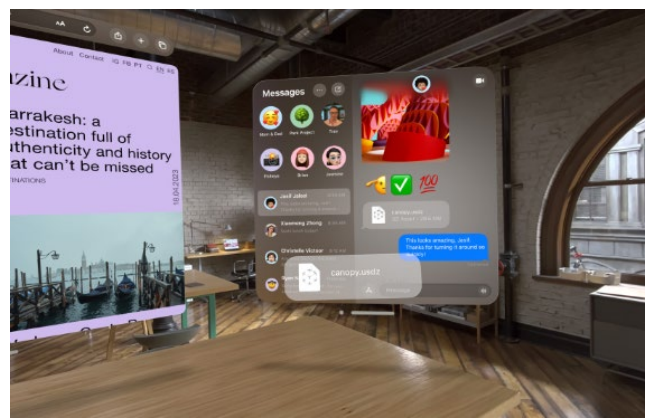
По кооперативности. Виртуальные объекты, особенно динамические, могут быть применены в различных общих сценариях, при которых разные пользователи видят виртуальный объект в одних и тех же координатах и состоянии. Такие объекты относятся



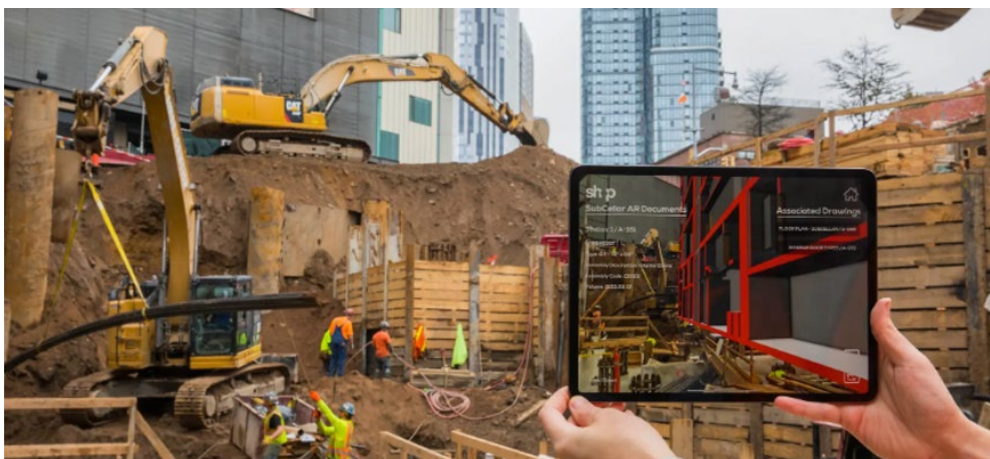
к кооперативным, то есть, могут синхронизироваться по сети. Объекты, которые существуют исключительно в контуре конкретного пользователя, относятся к персональным.



а)



б)



в)



г)



д)

Рисунок 3 – Примеры объектов метaprостранства

а – многоякорный, стационарный; б – личный, интерфейсный; в – деструктивный;

г – глобальный, интерфейсный; д – динамический, автономный

Figure 3 – Metaspaces object samples

a – multi-anchored, static; б – personal, interfaced; в – destructive; г – global, interfaced; д – dynamic, autonomous

## Модель объекта метапространства

Для построения модели объекта необходимо в первую очередь выбрать базовую технологию хранения. Данный выбор повлияет на структуру и поведенческие паттерны модели. К объекту метапространства предъявляется ряд требований, основными из которых являются:

- простота создания;
- открытость формата данных;
- гетерогенность исполнительской среды;
- возможность инкапсуляции субобъектов.

Основные задачи, в решении которых будет участвовать разрабатываемая модель:

- хранение целостного объекта метапространства;
- оптимизация объема памяти в процессе хранения и передачи объекта по сети;
- интерпретация объекта на клиентских устройствах, независимо от аппаратного обеспечения;
- возможность интерактивного взаимодействия с элементами модели.

Для создания модели предлагается использовать SGML – основную разметку [11]. Данная нотация является базовой для таких языков разметки, как HTML и XML, на базе которых, в основном, происходит обмен в сети Internet. Использование данной разметки как основы дает возможность обозначать объекты, их атрибуты и структурную принадлежность.

Модель объекта метапространства можно представить как:

$$M = \langle N, A, D \rangle, \quad (1)$$

где  $N$  – набор узлов объекта,  $A$  – атрибуты объектов, а  $D$  – содержимое объектов.

Набор узлов представляет собой объединение из 3 типов узлов:

$$N = \langle N_r, N_c, N_s \rangle. \quad (2)$$

Корневые узлы  $N_r$  – узлы, не имеющие родительских объектов. Как правило, используются для разделения виртуального объекта на подобъекты, например, при наличии двух панелей интерфейсов, благодаря чему каждый из интерфейсов может в дальнейшем использовать внутренние относительные координаты.  $N_r$  является конечным множеством, удовлетворяющим условию наличия хотя бы одного элемента  $N_r \neq \emptyset$ .

$$N_c = \{n_{c_1}, n_{c_2}, n_{c_3}, \dots, n_{c_n} \mid \forall n_{c_i} : n_{c_i} \notin \{N_r, N_s\} \& n \geq 0\}. \quad (3)$$

Сложные узлы  $N_c$  – узлы, имеющие дочерние объекты – основная составляющая языка разметки.

Простые узлы  $N_s$  – узлы, не имеющие дочерних элементов.

$$N_s = \{n_{s_1}, n_{s_2}, n_{s_3}, \dots, n_{s_m} \mid \forall n_{s_i} : n_{s_i} \notin \{N_r, N_c, \emptyset\} \& m \geq 0\}. \quad (4)$$

Атрибуты  $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_i \mid i \geq 0\}$  представляют собой определения для свойств узлов. При этом  $a = \{key, val \mid key \in T\}$ , где  $T$  – множество допустимых типов атрибута. Каждый из узлов, в свою очередь, также может содержать данные, принадлежащие  $D$ .

$$D = \{d_{n_1}, d_{n_2}, d_{n_3}, \dots, d_{n_i} \mid n_i \in \{N_r, N_c, N_s\} \& i \geq 0\}. \quad (5)$$

Таким образом, введя набор компонентов-узлов и их атрибутов, появляется возможность формализации объекта метапространства с возможностью его дальнейшей интерпретации. Введение новых компонентов отображения не будет сдерживаться

схемой данных и будет ограничено исключительно их поддержкой со стороны клиентского интерпретатора. Предлагаемая структурная схема представлена на Рисунке 4.



Рисунок 4 – Структура схемы объекта метапространства  
Figure 4 – Structure of metaspaces object scheme

Посредством создания атрибутов ссылок достигается возможность динамической загрузки других объектов метапространства, что обеспечивает бесшовный пользовательский опыт и реализует механизм «ленивой» загрузки, что положительно сказывается на скорости загрузки содержимого и нагрузки на сеть. Возможность использования различных параметров позиционирования позволит, в том числе, реализовать концепции построения интерфейсов на основе угловых координат, схожих с описанными в статье [12].

Трехмерный объект в данном случае является одним из типизированных узлов объекта метапространства. Это позволяет реализовать совмещенные объекты. При проведении аналогии с HTML – тег медиа данных, такой как "img", "video" и т. д. Пример разметки, построенной по заданной модели, изображен на Рисунке 5.

```

1 <erml> <!-- декларация элемента -->
2 <interface type="curved" target="mainCamera" > <!-- Набор элементов, который содержит сцена -->
3 <panel width="20" height="50" b-color="rgb(242, 242, 242)" b-transparency="20" > </panel> <!-- Основной интерфейс(выбор цвета, радиус, насыщенность, трафарет) -->
4 <text type="header" size="2" font="Greycliff CF" position="center" >
5   New spray
6 </text>
7 <UILayout CellSizeX="100" CellSizeY="100" SpacingX="0" SpacingY="0" Constraint="Flexible" > <!-- Интерфейс работы с баллончиком -->
8 <!-- Интерфейс работы с распылением -->
9 <GridLayout>
10 <text type="header" size="2" font="Greycliff CF" position="center" >
11   Radius
12 </text>
13 <Slider MinValue="0" MaxValue="40" > </Slider>
14 <text type="header" size="2" font="Greycliff CF" position="center" >
15   Strength
16 </text>
17 <Slider Min Value="0" MaxValue="100" > </Slider>
18 </GridLayout>
19 <!-- Интерфейс работы с цветом -->
20 <GridLayout>
21 <ui-select pickerRenderer = 'GetComponent' >
22 <ui-select-match PresetPrefab placeholder="Выбор цвета" > </ui-select-match>
23 <ui-select-choices picker.onValueChanged.AddListener="color" pickerRenderer.material.color = color; >
24 </ui-select-choices>
25 </ui-select>
26 </GridLayout>
27 <!-- Интерфейс работы с трафаретом -->
28 <GridLayout typeOf="Flex" >
29 <figure typeOf="ImageButton" b-img="/UI/Image/icon.png" >
30 </figure>
31 <figure typeOf="ImageButton" b-img="/UI/Image/icon1.png" >
32 </figure>
33 <figure typeOf="ImageButton" b-img="/UI/Image/icon2.png" >
34 </figure>
35 <figure typeOf="ImageButton" b-img="/UI/Image/icon3.png" >
36 </figure>
37 </GridLayout>
38 </UILayout>
39 </panel>
40 </interface>
41 </erml>
    
```

Рисунок 5 – Пример файла разметки объекта метапространства  
Figure 5 – Sample of metaspaces object markup file



## Заключение

На текущий момент сфера информационных технологий в связи с активным ростом количества цифровой информации и общими тенденциями информатизации общества требует новых, более производительных технологий человеко-машинного взаимодействия.

Технологии расширенной реальности имеют серьезный потенциал, но за счет отсутствия возможности их использования в повседневной жизни и отсутствия глобальных механизмов интеграции с существующими цифровыми системами практически не используются.

Для глобального внедрения иммерсивных технологий в повседневные бизнес-процессы необходимо создание открытых протоколов и стандартов обмена виртуальными объектами по сети. Для решения этих задач необходимо проведение систематизации и подбора базовых технологий реализации для метaprостранств и их объектов.

Был проведен анализ существующих классификаций объектов расширенной реальности, предложены методы классификации метaprостранств и объектов метaprостранств. Предложена расширяемая модель для стандартизированного хранения объектов расширенной реальности. Предложена базовая технология для создания универсального языка разметки объектов расширенной реальности в рамках метaprостранства.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Дорохин В.А., Теряев Л.Н., Нечаевский А.В. Технология создания метaprостранств расширенной реальности внутри помещений без предварительного сканирования. *Информационно-технологический вестник*. 2024;(2):14–35.  
Dorokhin V.A., Teryaev L.N., Nechaevskiy A.V. Technology for indoor extended reality meta-spaces creation without pre-scan. *Informatsionno-tekhnologicheskii vestnik*. 2024;(2):14–35. (In Russ.).
2. Дорохин В.А., Теряев Л.Н., Зорин Р.А. Технологии расширенной реальности и перспективы их глобального применения в рамках концепции пространственно-ориентированного XR-интернета. *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2023;19(2):403–411. <https://doi.org/10.25559/sitito.019.202302.403-411>  
Dorokhin V.A., Teryaev L.N., Zorin R.A. Augmented Reality Technologies and Prospects for Their Global Application within the Framework of the Geo-Oriented XR-Internet Concept. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2023;19(2):403–411. (In Russ.). <https://doi.org/10.25559/sitito.019.202302.403-411>
3. Дорохин В.А. Дополненная реальность и синхронизация ее событий. *Системный анализ в науке и образовании*. 2017;(2):1–5.  
Dorokhin V.A. Augmented reality and synchronization of its events. *System Analysis in Science and Education*. 2017;(2):1–5. (In Russ.).
4. Lawal O.O., Nawari N.O., Alem B.W. Geospatial Blockchain for Land Registration and Cadastral Data Management using Geographical Information System – A Theoretical Framework. In: *Proceedings of the 1<sup>st</sup> Blockchain and Cryptocurrency Conference (B2C' 2022), 09–11 November 2022, Barcelona, Spain*. Barcelona: IFSA Publishing; 2022. pp. 67–72.
5. Яковлев Б.С., Пустов С.И. Классификация и перспективные направления использования технологии дополненной реальности. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2013;(3):484–492.

- Yakovlev B.S., Pustov S.I. Classification and promising application augmented reality. *News of the Tula State University. Technical Sciences*. 2013;(3):484–492. (In Russ.).
6. Țițchiev I., Caftanatov O., Iamandi V., Tălămbuță D., Caganovschi D. An approach to Augmented Reality Classification and an example of its usage for application development with VAK learning styles Markers. *Computer Science Journal of Moldova*. 2023;31(2):248–271. <https://doi.org/10.56415/csjm.v31.13>
  7. Edwards-Stewart A., Hoyt T., Reger G.M. Classifying Different Types of Augmented Reality Technology. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*. 2016;14:199–202.
  8. Peddie J. *Augmented Reality: Where We Will All Live*. Cham: Springer; 2023. 398 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-32581-6>
  9. Гарин Е.Н., Копылов В.А., Ратушняк В.Н., Лютиков И.В. Современное развитие ГНСС ГЛОНАСС и GPS. *Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии*. 2018;11(3):313–317. <https://doi.org/10.17516/1999-494X-0043>  
Garin E.N., Kopylov V.A., Ratushniak V.N., Lyutikov I.V. The Modern Development of GNSS GLONASS and GPS. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*. 2018;11(3):313–317. (In Russ.). <https://doi.org/10.17516/1999-494X-0043>
  10. Rajpurohit A.M., Kumar P., Singh D., Kumar R.R. A Review on Visual Positioning System. In: *Proceedings of the KILBY 100 7<sup>th</sup> International Conference on Computing Sciences 2023 (ICCS 2023), 05 May 2023, Phagwara, India*. 2023. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4485458>
  11. Тидуэлл Д. *XSLT. Второе издание*. Москва: Символ; 2020. 960 с.  
Tidwell D. *XSLT. Second Edition*. Moscow: Simvol; 2020. 960 p. (In Russ.).
  12. Vozdvizhenskaya N.O. Using extended reality technologies in distributed computer systems. In: *Ceur Workshop Proceedings: GRID 2018 – Selected Papers of the 8<sup>th</sup> International Conference "Distributed Computing and Grid-Technologies in Science and Education": Volume 2267, 10–14 September 2018, Dubna, Russia*. 2018. pp. 175–178.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Дорохин Виктор Александрович**, старший преподаватель Государственного университета «Дубна», Дубна, Российская Федерация.  
e-mail: [victor.doroh@gmail.com](mailto:victor.doroh@gmail.com)

**Victor A. Dorokhin**, Senior Lecturer of Dubna State University, Dubna, the Russian Federation.

**Подгорный Сергей Александрович**, доктор технических наук, профессор Государственного университета «Дубна», Дубна, Российская Федерация.  
e-mail: [saptich@rambler.ru](mailto:saptich@rambler.ru)

**Sergey A. Podgorny**, Doctor of Engineering Science, Professor of Dubna State University, Dubna, the Russian Federation.

**Токарева Надежда Александровна**, кандидат физико-математических наук, доцент Государственного университета «Дубна», Дубна, Российская Федерация.  
e-mail: [tokareva@uni-dubna.ru](mailto:tokareva@uni-dubna.ru)

**Nadezhda A. Tokareva**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Dubna State University, Dubna, the Russian Federation.

*Статья поступила в редакцию 21.02.2025; одобрена после рецензирования 06.03.2025; принята к публикации 14.03.2025.*

*The article was submitted 21.02.2025; approved after reviewing 06.03.2025; accepted for publication 14.03.2025.*