

АНАЛИЗ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ВИРТУАЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ В ПРИЛОЖЕНИЯХ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Получено 02.10.2022 Доработано после рецензирования 01.11.2022 Принято 15.11.2022

УДК 004.58 JEL O3 DOI <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2022-5-4-82-89>

Алпатова Марианна Валерьевна

Ст. преп. каф. информатики и информационных технологий
Московский политехнический университет, г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0003-3018-9601

E-mail: m.v.alpatova@mospolytech.ru

АННОТАЦИЯ

В статье предлагаются подходы к анализу пользовательского взаимодействия с объектами дополненной реальности, также описываются полученные результаты от внедрения разработанных методов оптимального размещения виртуальных объектов в приложениях дополненной реальности на практике. Проводится статистический анализ большого количества собранных экспериментальных данных для того, чтобы убедиться, что предложенный ранее метод оптимального размещения объектов дополненной реальности действительно упрощает работу пользователя и сокращает время, необходимое для размещения объектов. Результаты этого анализа позволяют сделать вывод об эффективности предложенного метода. Также обсуждаются текущие проблемы приложений, реализующих технологию дополненной реальности, в области пользовательского опыта и пути их решения. Исследование проводится для поиска новых методов разработки приложений и сервисов, представляющих функции с применением технологии дополненной реальности. На сегодняшний день существует множество различных алгоритмов, позволяющих распознавать якорные точки на плоских изображениях и в пространстве. Однако на более высоком уровне для разработчиков остается множество исследовательских задач по наиболее эффективному применению этих алгоритмов и последующему анализу полученных данных. Активное распространение дополненной реальности и ее постепенное внедрение во многие области человеческой деятельности порождает актуальные вызовы, что и является предпосылкой для исследования описанной области в предлагаемой статье.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Дополненная реальность, пользовательский опыт, AR, UX, аналитика, статистика, математическое моделирование, компьютерное зрение

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Алпатова М.В. Анализ пользовательского взаимодействия с виртуальными объектами в приложениях дополненной реальности // E-Management. 2022. Т. 5, № 4. С. 82–89



ANALYSIS OF USER INTERACTION WITH VIRTUAL OBJECTS IN AUGMENTED REALITY APPLICATIONS

Received 02.10.2022

Revised 01.11.2022

Accepted 15.11.2022

Marianna V. Alpatova

Senior Lecturer at the Computer Science and Information Technology Department
Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia

ORCID: 0000-0003-3018-9601

E-mail: m.v.alpatova@mospolytech.ru

ABSTRACT

The paper proposes approaches for analyzing user interaction with augmented reality objects and describes the results obtained from implementing the developed methods for optimal placement of virtual objects in augmented reality applications in practice. A large amount of collected experimental data is statistically analyzed to make sure that the previously proposed method of optimal augmented reality object placement really simplifies the user experience and reduces the time needed for object placement. The results of this analysis allow us to conclude the effectiveness of the proposed method. The current challenges of applications which implement augmented reality technology in the field of user experience and their solutions are also discussed. This research is conducted to find new methods for developing applications and services that present features to the user by applying augmented reality technology. Currently, there are many different algorithms that allow the recognition of anchor points in flat images and in space. However, at a higher level, there are many research tasks for developers on the most effective application of these algorithms and subsequent analysis of the data obtained. The active expansion of augmented reality and its gradual introduction into many areas of human activity is generating new topical challenges, which is the reason for the investigation of the described field in the present article.

KEYWORDS

Augmented reality, user experience, AR, UX, analytics, statistics, mathematical modelling, computer vision

FOR CITATION

Alpatova M.V. (2022) Analysis of user interaction with virtual objects in augmented reality applications. *E-Management*, vol. 5, no. 4, pp. 82–89. DOI: 10.26425/2658-3445-2022-5-4-82-89



ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Сегодня количество информации, которую необходимо обрабатывать для поддержания прогресса в развитии современной науки, растет невообразимыми темпами. Объем данных пополняется быстрее, чем повышается производительность компьютеров. И это при том, что вычислительные мощности двукратно увеличиваются каждые полтора года. Знаменитый афоризм Р.У. Хемминга: «Целью вычислений являются не числа, а понимание» – подтолкнул ученых к мысли о безусловной важности визуализации больших массивов данных [Дейтел П., Дейтел Х., 2020]. Установлено, что через зрительный анализатор поступает информации в сто раз больше, чем через слуховой; 80 % всех рабочих операций осуществляется под зрительным контролем, посредством зрения человек получает 85 % информации [Пашкин, Кверевкина, 2013].

К настоящему моменту человечество сделало большой прорыв в области компьютерного зрения и сейчас активно переключилось на проблемы машинного обучения и курирования «больших данных» [Grayburn et al., 2019]. Дополненная реальность сильно зависит от этих технологий, особенно от data science (с англ. «наука о данных»), потому что недостаточно просто видеть объекты – необходим анализ того, что мы видим.

Дополненная реальность (англ. Augmented Reality, AR) – технология наложения виртуальных слоев поверх обычной реальности, которую видно невооруженным глазом. Эффект достигается с помощью различных компьютерных устройств. Это могут быть специальные гаджеты, похожие на очки/шлемы, или привычные современному человеку смартфоны. В рамках технологии AR трудно говорить о ее преимуществах и недостатках ввиду собственной фундаментальности идеи как таковой. Благодаря дополненной реальности появляется возможность демонстрировать привычные вещи в совершенно ином формате, что по сути является одним из новых способов представления информации. Значение этой технологии трудно переоценить. С древних времен обладание большим запасом знаний буквально гарантировало определенную долю влияния и власти над другими членами общества. Неудивительно, что образование являлось уделом избранных высших слоев общества. В статье «Информация как источник власти» М.А. Губина приводится множество цитат ученых и мыслителей прошлого, рассуждающих о неразрывной связи между властью народного лидера и объемом доступной ему информации [Губин, 2010].

Первые исследования дополненной реальности берут свое начало еще с 60-х гг. XX века. До 2017 г. дополненная реальность популяризировалась небольшими компаниями типа Vuforia и Metaio [Tahirović et al., 2018]. В 2015 г. более крупные корпорации также заинтересовались этой технологией, в связи с чем Vuforia была куплена компанией Qualcomm, а Metaio и вовсе отошла к Apple. Колоссальный объем новых экономических, технических и прочих ресурсов помог не только массово продемонстрировать уникальность дополненной реальности, но и вывести инструменты по созданию приложений с AR на новый уровень. Появление таких комплектов для разработки программного обеспечения (англ. Software Development Kit, SDK), как ARKit и ARCore открыло дорогу множеству новых глобальных идей, которые не были возможны в период расцвета меточного метода распознавания и проецирования 3D изображений.

Несмотря на все успехи науки и усилия ИТ-компаний, дополненная реальность остается областью, про которую обычные пользователи либо до сих пор не слышали, либо не воспринимают всерьез [Santi et al., 2021]. Основная гипотеза проводимого исследования заключается в том, что дополненная реальность является инновационным способом трехмерного представления информации, что может ускорить и углубить восприятие данных людьми [Цветков, 2017], однако отсутствуют какие-либо методы, чтобы сделать сам пользовательский опыт с AR максимально комфортным и естественно-интуитивным. Даже на сегодняшний день ведущие компании не готовы представить работающее и дружественное пользователю технологическое решение подобного продукта. Но будущий контент для таких вычислительных устройств возможно писать прямо сейчас, причем сделать это может практически любой разработчик или компания. Таким образом, актуальность исследования напрямую связана с открытием совершенно нового направления в разработке программного обеспечения – какие-либо стандарты и типовые решения на сегодняшний день попросту отсутствуют.

Целью статьи является разработка методов визуализации данных в приложениях с технологией дополненной реальности путем проработки и глубокого анализа экспериментальных данных использования технологии AR обычными пользователями. Для достижения обозначенной цели необходимо изучить имеющиеся научные работы по теме пользовательского опыта в приложениях дополненной реальности,

определить оптимальные методы визуализации для подобных приложений и разработать математические модели, описывающие предлагаемый подход к разработке.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР / LITERATURE REVIEW

В рамках проведенного исследования были найдены и проанализированы различные источники информации. В основной вектор поисков входили следующие категории:

- технологии AR/VR (англ. Augmented reality/Virtual Reality – дополненная реальность/виртуальная реальность), тенденции развития;
- компьютерное распознавание образов;
- «большие данные» (англ. Big Data) и курирование данных.

Особое внимание уделялось профессиональной литературе, научным статьям и публикациям в профильных и признанных ИТ-сообществом интернет-изданиях. Эти источники позволяют осмыслить текущее положение исследуемой области с учетом различных мнений и представлений о рассматриваемых предметных областях от членов ИТ-сообщества.

Постановке задачи и обоснованию ее актуальности способствовали такие источники, как, например, сборник, посвященный анализу AR/VR технологий, разработанных в первую очередь для индустрий, ориентированных на получение прибыли, и их адаптации к образовательным и некоммерческим секторам [Grayburn et al., 2019]. Другое исследование рассказывает о роли технологии дополненной реальности в четвертой промышленной революции [Santi et al., 2021].

Для реализации практической части исследования использовались научные статьи зарубежных коллег, посвященные проблемам пользователей в приложениях дополненной реальности и анализу их эмоциональных впечатлений от полученного опыта взаимодействия с интерфейсами AR-приложений и их функциональными возможностями [Dirin, Laine, 2018; Olsson et al., 2013].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ / RESEARCH METHODS

Объектом проводимого исследования стало удобство использования мобильных приложений дополненной реальности обычными пользователями, а не их разработчиками. В частности, значение имеет степень порога вхождения в технологию. В AR-приложении точкой входа является процесс установки виртуального объекта в физическом пространстве для дальнейшего взаимодействия или наблюдения за ним.

Рассмотрим ситуацию, когда пользователю необходимо в условиях закрытого помещения (то есть явно имеющего физические границы) разместить один или несколько виртуальных объектов таким образом, чтобы их конечная трансформация (позиция и угол поворота) не противоречила естественному поведению остальных окружающих физических объектов. Это означает, что виртуальный объект не должен накладываться на физические объекты, а также, рассчитывая на взаимодействие с виртуальным объектом, мы должны убедиться, что человек сможет к нему подойти и комфортно взаимодействовать. Так, например, устанавливая в пространстве цифрового двойника такого предмета мебели, как тумба, необходимо учитывать определенный запас свободного пространства перед ее выдвигаемыми ящиками (или открываемой дверцей).

Описываемая задача бросает определенные вызовы в областях технической программной реализации, организации пользовательского интерфейса и конечного физического и ментального состояния пользователя приложения, которому разрабатываемый продукт должен помогать решать проблему, а не создавать несколько дополнительных [Dirin, Laine, 2018]. На сегодняшний день остаются популярными методы живого интервью с пользователями, позволяющие собрать обратную связь, описание проблем, с которыми они столкнулись, и услышать их пожелания [Olsson et al., 2013]. Однако в рамках проводимого эксперимента был организован автоматический сбор статистики использования AR-модуля приложения, что позволило формализовать пользовательский опыт с помощью метрик и цифр, а затем сопоставить полученную математическую картину с устным описанием полученных впечатлений.

Введем понятие численного показателя комфортности расположения виртуального объекта в физическом пространстве пользователя [Alpatova et al., 2022]. Пусть у каждого объекта есть заранее известные линейные размеры, а также заданная разработчиком свободная область, сохранение которой должно гарантироваться при установке для дальнейшего комфортного взаимодействия человека с данным объектом.

Для того чтобы иметь возможность вывести в пользовательский интерфейс подсказки и рекомендации по расположению виртуальной сцены, необходимо проанализировать информацию о виртуальных плоскостях с датчиков портативного устройства и соотнести ее с размерами AR-объекта и заложенными в него зонами комфортности. Введем для этого следующие критерии оптимальности расположения объекта.

K_1 – критерий или коэффициент, характеризующий текущий статус размещения виртуального объекта. Возможным размещением в данном случае считается состояние, когда линейный размер свободного физического пространства больше или равен линейному размеру размещаемого объекта. Таким образом, первым критерием оптимальности будет соотношение линейного размера объекта по выбранной оси x с линейным размером доступной отсканированной плоскости в пространстве. Так происходит проверка, может ли объект заданных размеров поместиться в доступную нишу. Для каждой из осей, где X – это перемещение влево/право, а Z – вперед/назад, получаются следующие соотношения:

$$K_{1X} = \frac{X_O}{X_{\Pi}} \leq 1, K_{1Z} = \frac{Z_O}{Z_{\Pi}} \leq 1, \quad (1)$$

где X_O и Z_O – линейные размеры (ширина и глубина соответственно) виртуального объекта, X_{Π} и Z_{Π} – линейные размеры (ширина и глубина соответственно) доступной плоскости в пространстве.

K_2 – критерий или коэффициенты, определяющие как количество свободного пространства вокруг размещаемого виртуального объекта соотносится к предустановленным разработчиком значениям комфортности. Второй критерий оптимальности учитывает уже не только занимаемое размещаемым предметом пространство, но и заданную полосу комфортности вокруг него, что может гарантировать свободный доступ для интерактива как для живого человека, так и для других виртуальных персонажей (актуально для игровых проектов в дополненной реальности).

На примере оси x мы можем определить этот критерий следующей формулой:

$$K_{2\pm}(D_{x\pm}, A_{x\pm}) = \begin{cases} \frac{D_{x\pm}}{A_{x\pm}}, D_{x\pm} < A_{x\pm} \\ 1, D_{x\pm} \geq A_{x\pm} \end{cases}, \quad (2)$$

где D_{x+}/D_{x-} – фактическое расстояние по оси x от края объекта до правого/левого края отсканированной плоскости, A_{x+}/A_{x-} – предустановленное комфортное расстояние по оси x для данного объекта справа/слева.

При этом в случае, когда $X_{\Pi} < A_{x-} + X_O + A_{x+}$, оптимальному расположению объекта соответствует $K_{2-} = K_{2+} = K_2 < 1$.

В рамках проводимого исследования был разработан алгоритм расчета расстояния между виртуальными объектами и границами свободных пространственных ниш, учитывающий особенности используемых в проекте технологий: игрового движка Unity и платформой ARFoundation [Алпатова и др, 2022]. Его метод заключается в том, что если вписать размещаемый объект в прямоугольник и найти точки пересечения пущенных от его углов перпендикуляров на грани виртуальной плоскости, на которую происходит размещение объекта, то можно получить необходимое расстояние D_x от края объекта до края данной плоскости. Таким образом, критерий K_2 будет равным 1 при идеальном соблюдении условий, то есть вокруг размещаемого виртуального объекта будет достаточно требуемого свободного пространства. В противном случае, чем меньше окажется свободная ниша для объекта, тем меньше получится значение K_2 .

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Для разрабатываемого приложения была применена следующая нечеткая логика, касающаяся оценки размещения при помощи описанных критериев:

- при $K_1 > 1$, размещение объекта не рекомендовано (его размеры превышают возможности свободного пространства), поверхность «плохая»;
- при $K_1 \leq 1$ и $K_2 \neq 1$, поверхность помечается как «хорошая»: максимальная комфортность не достигнута, но пространство приемлемое;
- при $K_1 \leq 1$ и $K_2 = 1$, поверхность считается идеальной с точки зрения оптимальности расположения объекта.

С помощью комплекта для разработки программного обеспечения для сбора статистики Mixpanel были записаны пользовательские AR-сеансы, в которых учитывались полученные коэффициенты комфортности K_1 и K_2 , общая полученная оценка и время, которое пользователю пришлось потратить на установку объекта.

Выборка составила около 2 000 записей, содержащих как описываемые выше поля, так и общую техническую информацию и уникальный анонимный идентификатор пользователя.

В таблице 1 приведен фрагмент из выгрузки с дополнительной постобработкой и расчетами. Поля $X+$, $X-$, $Z+$ и $Z-$ содержат собранные значения коэффициента K_2 в момент итогового решения пользователя об установке объекта по каждой из осей x и z в обоих направлениях. Также были добавлены колонки $d(X)$, $d(Z)$ и их сумма, которые вычисляют квадрат разницы между отклонениями в $+$ или $-$ по указанной оси, что позволяет оценить общее отклонение от условий, считающихся идеальными. Также была добавлена экспертная оценка, которая определяет сеансы длительностью до 20 секунд как положительные, то есть пользователь решил задачу достаточно быстро и не успел устать от процесса и не испытал негативный опыт от используемого AR-приложения.

Таблица 1. Пример обработанных данных из выборки (основные поля)

Table 1. Example of processed data from the sample (main fields)

Пользователь	$X+$	$X-$	$Z+$	$Z-$	$d(X)$	$d(Z)$	$d(X) + d(Z)$	Скорость, секунды	> порога?
7bdb640a	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	18,2	ОК
c65e5d0b	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	21,1	Проблема
6978951c	1.00	1.00	0.37	0.80	0.00	0.18	0.18	90,5	ОК

Составлено автором по материалам исследования / Compiled by the author on the materials of the study

Также была составлена сводная таблица 2 по пользователям для подсчета общих оценок поверхности и медианного значения затраченного времени и отклонений от нормы.

Таблица 2. Сводная таблица по собранным метрикам

Table 2. Collected metrics summary

Качество поверхности	Сумма событий	Среднее по полю $d(X) + d(Z)$	Медиана по полю Speed
Идеально	1 426	0,00	14,2
Хорошо	568	0,65	18,8
Плохо	137	2,78	22,8
Общий итог	2 131	0,35	15,98

Составлено автором по материалам исследования / Compiled by the author on the materials of the study

Ниже приведены основные тезисы, которые получилось вывести из собранных данных.

1. Корреляция между коэффициентом комфортности и затраченным временем на установку составляет $-0,997$. Это говорит о сильной обратной зависимости между рассматриваемыми параметрами: пользователь тратит много времени на установку, потому что в его случае идеально расположить объект трудно или невозможно.

2. Медианное время, затраченное пользователями на решение задачи установки, составило около 14 секунд для поиска идеальных условий и чуть больше, около 19–23 секунд, для более сложных пространств. Отсюда можно сделать вывод, что введенные алгоритмы в действительности помогают пользователю установить объект комфортным для себя образом в адекватные сроки.

3. Количество уложившихся в 20 секунд пользовательских сеансов составляет 1 240 записи, что составляет $\sim 58\%$ от всей выборки.

4. Количество уложившихся во времени пользовательских сеансов с идеальной оценкой комфортности составляет 909 записей, то есть $\sim 42,6\%$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

В работе была продемонстрирована новая математическая модель оптимального расположения виртуальных объектов в пространстве пользователя, в рамках которой было введено такое оригинальное понятие как численный показатель комфортности расположения объекта, на основе которого построена целевая функция и разработаны алгоритмы ее максимизации, позволяющие производить расчет данного коэффициента комфортности и оптимизировать расположение виртуальных объектов, что должно значительно упростить работу пользователей с приложениями AR.

Собранные данные свидетельствуют о том, что основная проблема – это отсутствие должного количества свободного пространства в помещениях для работы с виртуальными объектами в дополненной реальности. Результаты исследования показали, что меньше половины всех пользователей смогли идеально и быстро решить задачу установки. Однако вместе с этим можно наблюдать достаточно высокую скорость завершения данного процесса, что подтверждает практическую значимость предлагаемого комплекса методов оценки окружающего пространства и вывода пользователю соответствующих подсказок о полученных результатах такого анализа.

При подробном изучении собранной статистики можно сформулировать следующие две гипотезы для дальнейшего разрешения.

1. Доступной ниши, как правило, объективно слишком мало для всех необходимых для работы приложений размещаемых объектов. Один объект разместить легче, чем второй и последующие.
2. Пространства геометрически достаточно, но задача расстановки решается долго и трудно.

Из полученных выводов следует, что для будущих исследований было бы целесообразно разработать автоматические алгоритмы расстановки n -го количества заданных объектов на доступной поверхности, которые позволят в рамках UI/UX (англ. User Interface/User Experience – пользовательский интерфейс/опыт пользователя) либо сразу классифицировать помещение как не подходящее для предлагаемого AR-опыта, либо распределить виртуальные объекты оптимальным образом, не обязательно привлекая к этому процессу самого пользователя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алпатова М.В., Глазков А.В., Жоломудь М.В., Рудяк Ю.В. (2021). Алгоритм расчета расстояния между виртуальными объектами и границами плоскостей в приложениях дополненной реальности // Актуальные проблемы управления. С. 259–262.
- Губин М.А. (2010). Информация как источник власти: становление и развитие дискурса // Среднерусский вестник общественных наук. № 3. С. 7–12.
- Дейтел П., Дейтел Х. (2020). Python. Искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления. СПб.: Питер. 864 с.
- Пашкин С.Б., Кверевкина Д.Г. (2013). Психические познавательные процессы в условиях служебной деятельности. СПб.: Изд-во ВИ(ИТ). 59 с.
- Цветков В.Я. (2017). Дополненная реальность // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. Т. 6, № 2. С. 211–212.
- Alpatova M.V., Glazkov A.V., Rudyak Y.V. (2022) Mathematical Model of Rational Location of Augmented Reality Objects in User's Environment // Proceedings of the International Scientific Conference "Smart Nations: Global Trends In The Digital". V. 1, no. 1. Pp. 1–7. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94873-3_30
- Dirin A., Laine T. (2018). User Experience in Mobile Augmented Reality: Emotions, Challenges, Opportunities and Best Practices // Computers. V. 7, no. 2. Pp. 33. <https://doi.org/10.3390/computers7020033>
- Grayburn J., Lischer-Katz Z., Golubiewski-Davis K., Ikeshoji-Orlati V. (2019). 3D/VR in the academic library. Emerging practices and trends. Arlington, VA: Council on Library and Information Resources. Режим доступа: <https://www.clir.org/wp-content/uploads/sites/6/2019/02/Pub-176.pdf> (дата обращения: 17.09.2022).
- Olsson T., Lagerstam E., Kärkkäinen T., Väänänen-Vainio-Mattila K. (2013). Expected user experience of mobile augmented reality services: a user study in the context of shopping centres // Personal and Ubiquitous Computing. V. 17, no. 2. Pp. 287–304. <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-011-0494-x>
- Santi G.M., Ceruti A., Liverani A., Osti F. (2021). Augmented Reality in Industry 4.0 and Future Innovation Programs // Technologies. V. 9, no. 2. P. 33. <https://doi.org/10.3390/technologies9020033>

Tahirović T., Naumović T., Živojinović I., Bogdanović Z., Despotović-Zrakić M. (2018). Designing Augmented Reality Services for E-Business: A Project Management Perspective // *European Project Management Journal*. V. 8, no. 2. Pp. 9–16. <https://doi.org/10.18485/epmj.2018.8.2.2>

REFERENCES

- Alpatova M.V., Glazkov, A.V., Rudyak, Yu.V. (2022), “Mathematical Model of Rational Location of Augmented Reality Objects in User’s Environment”, In: *Proceedings of the International Scientific Conference “Smart Nations: Global Trends In The Digital”*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94873-3_30
- Alpatova M.V., Glazkov A.V., Zholomud M.V., Rudyak Yu.V. (2021), “Algorithm for calculating the distance between virtual objects and plane boundaries in augmented reality applications”, *Topical management issues*, pp. 259–262.
- Deitel P., Deitel H. (2020), *Python for Programmers: with Big Data and Artificial Intelligence Case Studies*, Piter, St. Petersburg, Russia (In Russian).
- Dirin A., Laine T. (2018), “User Experience in Mobile Augmented Reality: Emotions, Challenges, Opportunities and Best Practices”, *Computers*, vol. 7, no. 2, p. 33. <https://doi.org/10.3390/computers7020033>
- Grayburn J., Lischer-Katz Z., Golubiewski-Davis K., Ikeshoji-Orlati V. (2019), *3D/VR in the academic library. Emerging practices and trends*, Council on Library and Information Resources, Arlington, VA, available at: <https://www.clir.org/wp-content/uploads/sites/6/2019/02/Pub-176.pdf> (accessed 17.09.2022).
- Gubin M.A. (2010), “Information as a source of power: the formation and evolution of discourse”, *The Central Russian Bulletin of Social Sciences*, no. 3, pp. 7–12.
- Olsson T., Lagerstam E., Kärkkäinen T., Väänänen-Vainio-Mattila K. (2013), “Expected user experience of mobile augmented reality services: a user study in the context of shopping centres”, *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 17, no. 2, pp. 287–304. <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-011-0494-x>
- Pashkin S.B., Kverevkina D.G. (2013), *Mental cognitive processes in the workplace*, Military Engineering-Technical University Publ. House, St Petersburg, Russia (In Russian).
- Santi G.M., Ceruti A., Liverani A., Osti F. (2021), “Augmented Reality in Industry 4.0 and Future Innovation Programs”, *Technologies*, vol. 9, no. 2, p. 33. <https://doi.org/10.3390/technologies9020033>
- Tahirović T., Naumović T., Živojinović I., Bogdanović Z., Despotović-Zrakić M. (2018), “Designing Augmented Reality Services for E-Business: A Project Management Perspective”, *European Project Management Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 9–16. <https://doi.org/10.18485/epmj.2018.8.2.2>
- Tsvetkov V.Ya. (2017), “Augmented Reality”, *International journal of applied and fundamental research*, vol. 6, no. 2, pp. 211–212.