



HORTUS BOTANICUS

Международный электронный журнал ботанических садов

15 / 2020



Информационно-аналитический центр Совета ботанических садов России
при Ботаническом саде Петрозаводского государственного университета

HORTUS BOTANICUS

Международный электронный журнал ботанических садов

15 / 2020

ISSN 1994-3849

Эл № ФС 77-33059 от 11.09.2008

Главный редактор

А. А. Прохоров

Редакционный совет

П. Вайс Джексон
Лей Ши
Йонг-Шик Ким
Т. С. Мамедов
В. Н. Решетников

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
Е. М. Арнаутова
А. В. Бобров
Ю. К. Виноградова
Е. В. Голосова
Е. Ф. Марковская
Ю. В. Наумцев
Е. В. Спиридович
К. Г. Ткаченко
А. И. Шмаков

Редакция

Е. А. Платонова
С. М. Кузьменкова
К. О. Романова
А. Г. Марахтанов

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Красноармейская, 31, каб. 12.

E-mail: hortbot@gmail.com

<http://hb.karelia.ru>

© 2001 - 2020 А. А. Прохоров

На обложке:

Партер в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси. Фото Станислава Бакея.

Разработка и техническая поддержка

Отдел объединенной редакции научных журналов ПетрГУ, РЦ НИТ ПетрГУ,
Ботанический сад ПетрГУ

Петрозаводск
2020

Дополненная реальность в ботанических садах

ГУСЕВ Евгений Михайлович	<i>Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН, Ботаническая ул., дом 4, г. Москва, 127276, Россия gusevps@yandex.ru</i>
КОЛОМЕЙЦЕВА Галина Леонидовна	<i>Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН, Ботаническая ул., дом 4, г. Москва, 127276, Россия kmimail@mail.ru</i>
ЛЕШКЕВИЧ Юлия Валентиновна	<i>Независимый исследователь, ул. Кировоградская, д.7, г. Москва, 117587, Россия redheaded@yandex.ru</i>

Ключевые слова:

наука, социальная деятельность, дополненная реальность, виртуальность, ботанический сад, образование, экскурсионная деятельность, гербарий

Аннотация: В настоящее время информационные технологии все больше внедряются в жизнь человека, помогают ему легче приспособиться к дистанционной работе, учебе, досугу. Мобильные устройства объединяют реальный и виртуальный миры, и при совмещении реального мира и сгенерированных компьютером изображений формируется дополненная реальность. В статье рассмотрены варианты применения дополненной реальности в ботанических садах для удаленного использования и более информативного взаимодействия науки и общества: экскурсионной и музейной деятельности, обучения, знакомства с виртуальным гербарием. Будущее этих технологий - за облачным хранением данных, сотовой связью 5G, носимой электроникой.

Получена: 12 июня 2020 года

Подписана к печати: 26 января 2021 года

Введение

Мы живем в «эпоху дополненной реальности», когда цифровые технологии активно внедряются в нашу жизнь. Сегодня уже никого не удивит виртуальным посещением врача, виртуальным походом на концерт или в театр, виртуальными путешествиями. Пандемия коронавируса, разъединившая людей и страны в начале 2020 г., показала беспрецедентную востребованность общества на виртуальное компьютерное обучение, управление, развлечения и т. д. Использование ботаническими садами приемов дополненной реальности поможет ближе познакомить посетителей с миром живой природы, показать динамику процессов и скрытые связи, погрузиться в микромиры или вернуться на миллионы лет назад. Такие возможности предоставляются при использовании дополнительных технических средств, включая IT-технологии.

Концепция дополненной реальности

Сегодня, наряду с понятиями «реальность» и «виртуальная реальность», различают несколько промежуточных категорий — «смешанная реальность», «дополненная реальность», «дополненная виртуальность».

Термин «смешанная реальность» (Mixed Reality / MR) впервые предложен в статье Milgram и Kishino (1994). На приведенной ниже шкале (рис. 1) показана условная модель развития современных технологий с переходом от реальности к полностью виртуальной среде.



Рис. 1. Реальность и виртуальность (по Milgram, Kishino, 1994) с изменениями.

Fig. 1. Reality and virtuality (by Milgram, Kishino, 1994) with changes.

Авторы концепции смешанной реальности определяют основную цель дополненной и виртуальной реальности как «...создание с помощью компьютера правдоподобного виртуального мира, в котором у наблюдателя создается впечатление реальности, действительного присутствия в пространстве, созданном цифровыми технологиями» (Milgram, Kishino, 1994). Вероятно, значение смешанной реальности уже в скором будущем будет переосмысливаться не только благодаря развитию технологий, но и в соответствии с новыми вызовами, которые встают перед человечеством, связанными с ограничением личного пространства и непосредственных коммуникаций.

Реальность можно определить как объективно существующее явление, действительность ([Реальность, 2019](#)).

Дополненная реальность (Augmented Reality / AR) представляет собой один из двух вариантов смешанной реальности. Дополненную реальность определяют как систему, которая: 1) совмещает виртуальное и реальное; 2) взаимодействует в реальном времени; 3) работает в 3D (Azuma, 1997).

Таким образом, дополненная реальность – это часть виртуальной реальности как среда в реальном времени, дополняющая физический мир цифровыми данными с помощью планшетов, смартфонов или других устройств, а также программного обеспечения ([AR – дополненная реальность..., 2018](#)). Иногда используют в качестве синонимов названия «расширенная реальность», «улучшенная реальность», «обогащённая реальность», «увеличенная реальность» ([Что такое дополненная реальность, 2016](#)).

В отличие от виртуальной реальности, полностью погружающей пользователя в искусственно созданное визуальное пространство, дополненная реальность не ограничивает обзор пользователя, позволяя ему видеть фактическую картину мира. При этом она обогащает ее различными цифровыми объектами (изображением, звуком и текстовой информацией). Их можно считывать при помощи смартфонов, планшетов и других мобильных устройств. Таким образом, AR объединяет реальный и виртуальный миры. Она имеет интерактивный характер, позволяет манипуляции в режиме реального времени и включает в себя 3D моделирование пространства (Савельева, 2018).

Дополненная виртуальность – это, наоборот, виртуальная среда, дополненная реальными объектами. С помощью специальных компьютерных программ дополненная виртуальность способна соединить отдаленных друг от друга участников общения в одном виртуальном пространстве, симулируя реальную встречу (Regenbrecht et al., 2004), осуществлять дистанционное обучение, проектирование технических объектов в труднодоступных местах, создавать виртуальную среду для компьютерной игры.

Виртуальная реальность – это состояние, при котором исчезают различия между реальным и сконструированным (виртуальным) миром ([Виртуальность, 2020](#)), а участник полностью погружен в синтетический мир и способен взаимодействовать с цифровыми объектами внутри него (Milgram, Kishino, 1994). Другое определение виртуальной реальности: «Модельное отображение квазиреальности с помощью определенных технологий и технических средств, позволяющих обеспечить полное погружение человека в это отображение и создающее иллюзию действительной реальности» ([Виртуальная реальность, 2019](#)). Наряду с развитием компьютерных технологий, предпосылками возникновения идеологии виртуальной реальности являются литература и искусство ([Виртуальная реальность, 2019](#)).

Уже сегодня виртуальная реальность способна создавать порталы в другую реальность, где осуществляется взаимодействие с 3D объектами в радиусе 360°.

Яркий пример виртуальной реальности – разработка швейцарской компании Somniacs – симулятор

полета птицы Birdly, позволяющий человеку испытать ощущения, которые невозможно пережить ни в реальной жизни, ни с помощью устройств дополненной реальности. Для того, чтобы испытать ощущение полета птицы, следует надеть на голову гарнитуру виртуальной реальности Oculus Rift, лечь на специальный столик и начать взмахивать руками, как крыльями (Кинг и др., 2018).

Виртуальная реальность, как правило, предполагает лишь визуальное погружение в цифровой мир. Ориентирование на другие органы чувств – довольно редкое, но существующее явление. В качестве примера приведем выставку «Искусственное опыление», проходившую в 2018-2019 годах в Фондовой оранжерее ГБС РАН ([Выставка «Искусственное опыление» в Фондовой оранжерее, 2019](#)), где была создана инсталляция, одна часть которой воспроизводила пение вымерших птиц, а другая часть – «Хор птиц» – была записью пения живых птиц из вьетнамского парка Тао Дан. Первая звуковая инсталляция явилась примером виртуальной реальности, а вторая – примером дополненной реальности с акцентом на аудио воспроизведение.

Отметим, что понятие виртуальной реальности не сводится только к современным компьютерным технологиям. К нему также относятся и различные психологические воздействия на человека: сны, галлюцинации, психозы, пограничные состояния сознания, которые являются такими же формами виртуальности, как и образы (симуляции), смоделированные на современных IT носителях. В настоящей работе мы используем понятие виртуальности только как технологическое, а не психологическое воздействие на человека.

Цель работы - предложить варианты использования современной технологии дополненной реальности в работе ботанических садов.

Объекты и методы исследований

Основные принципы работы технологии дополненной реальности

Принцип работы AR основан на двух ключевых положениях. Первое – это распознавание образов, предварительно загруженных в библиотеку изображений и сгруппированных по форме, структуре, цвету и т. д., которым присваивается определенное действие мобильного устройства. Второе – обнаружение и отслеживание маркеров (маяков), которыми могут выступать распечатанные изображения QR-кодов или другие физические объекты – сгенерированные точки, логотипы, лица людей и т. д. ([AR – дополненная реальность ..., 2018](#)).

Сегодня существуют два варианта технологии дополненной реальности - маркерная и безмаркерная. Изображение, полученное через камеру устройства, при безмаркерной технологии обрабатывается с учетом точек, по которым определяется место «привязки» виртуального объекта (рис. 2).



Рис. 2. Пример ключевых точек для безмаркерной технологии (Абилмажинова, Андреев, 2016).

Fig. 2. Example of Key Points for Markerless Technology (Абилмажинова, Андреев, 2016).

Все объекты, полученные на изображении при безмаркерной технологии, являются маркерами сами по себе, и, поэтому, нет необходимости создавать специальные визуальные идентификаторы, как это происходит в маркерной технологии. Но маркерная технология удобнее, поскольку маркеры лучше и быстрее распознаются камерой. Кроме того, маркерная технология более надежна, так как дает более жесткую привязку виртуального объекта к месту (рис. 3) (Абилмажинова, Андреев, 2016).



Рис. 3. Маркер дополненной реальности (Абилмажинова, Андреев, 2016).

Fig. 3. Augmented Reality Marker (Абилмажинова, Андреев, 2016).

Маркерами (маяками) дополненной реальности могут быть любые физические объекты. Для их распознавания используются различные технические приспособления. Наиболее популярными в силу своей доступности являются смартфоны и планшеты. Менее распространены, хотя и более удобны, «умные» очки и шлемы. Технология компьютерного зрения (встроенные датчики и камеры) анализирует пространство вокруг пользователя и достраивает реальность согласно полученным данным. Изображения проецируются на линзы очков или специальные мини-дисплеи. При этом отпадает необходимость в специальных метках для генерации контента. Еще одним преимуществом очков и шлемов является то, что для их использования не обязательно иметь свободные руки (Иванова, 2018).

Устройства дополненной реальности:

Устройства дополненной реальности могут быть портативными (мобильные телефоны, планшетные компьютеры), стационарными (неподвижные широкоформатные экраны, оборудованные камерами с высоким разрешением) и проекционными, накладывающими изображение на любую поверхность (очки и линзы дополненной реальности) ([Как повысить эффективность..., 2017](#)). Если портативные и стационарные системы в настоящее время претерпевают незначительные изменения, то проекционные системы «эволюционируют» достаточно сильно.

Основное внимание технологических компаний направлено на создание удобной для переноски (носимой) электроники – очков и линз дополненной реальности. Принцип работы очков дополненной реальности описан в публикации: «Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности» (Смолин и др., 2018: 11): «...Изображение, формируемое на микродисплее, передается в светопроводящую пластину, проходит сквозь полупрозрачное зеркало, отражается от заданной стенки светопроводящей пластины и попадает обратно на полупрозрачное зеркало, которое проецирует изображение микродисплея в глаз наблюдателя. В результате человек видит как изображение, сформированное на микродисплее, так и весь окружающий мир сквозь простые очки». Такой алгоритм присутствует в очках «Google Glass», однако он транслирует информацию только на один глаз наблюдателя. Многие зарубежные технологические компании разрабатывают свои аналоги очков дополненной реальности, сегодня в продаже имеются очки «Google Glass», «Epson Moverio BT-300», «Magic Leap One» (рис. 4).

Рис. 4. Очки дополненной реальности: а – Google Glass 3.0, б – Epson Moverio BT-300, с – Magic Leap One ([Очки дополненной реальности..., 2020](#)).Fig. 4. Glasses Augmented Reality: a - Google Glass 3.0, b - Epson Moverio BT-300, c - Magic Leap One ([Glasses Augmented Reality..., 2020](#)).

Наиболее перспективной технологией для работы с дополненной реальностью, вероятно, будут линзы дополненной реальности. Главной причиной разработки таких контактных линз являются технические

ограничения смарт-очков по качеству картинки. В настоящее время технология линз дополненной реальности находятся на стадии патентования и создания прототипов. Так, компания «Самсунг» запатентовала линзы дополненной реальности, принцип работы которых заключается в следующем: «... Контактная линза будущего... содержит дисплей в центре, камеру, антенну и ряд датчиков, которые способны регистрировать движения пользователя, в том числе, используемое для ввода данных при моргании. Эта линза способна обмениваться данными с другими устройствами, такими как смартфоны, по радиоканалу. Обработка данных производится на сопряжённом устройстве со специальным программным обеспечением ([Samsung намерена запатентовать..., 2016](#)). Технология линз дополненной реальности, вероятно, в будущем вытеснит очки дополненной реальности, а, может быть, и большинство других мобильных устройств дополненной реальности (табл. 1).

Таблица 1. Оборудование для дополненной реальности*

Table 1. Augmented for eality Equipment *

Принцип работы ДР	Оборудование для работы с ДР	Особенности работы устройств ДР	Потенциал использования
Портативные устройства	Смартфоны и планшеты	Совмещение камеры и экрана в одном устройстве	Бюджетные устройства, используются в повседневной жизни
	Очки дополненной реальности	Можно взять с собой (носимая электроника)	Высокая стоимость ограничивает круг потенциальных потребителей
	Линзы для дополненной реальности	Линзы (носимая электроника)	Высокая стоимость ограничивает круг потенциальных потребителей
Стационарные системы	Широкоформатные экраны, камеры с высоким разрешением, зафиксированные на одном месте	Такие системы не удобны в подвижной работе, но демонстрируют более реалистичную визуализацию	Специализированное оборудование для учреждений и научных организаций
Проекционные системы	Проектор и компьютер	Накладываются изображения на любую поверхность, не требуется проекционный экран	Специализированное оборудование для учреждений и научных организаций

*При составлении таблицы использована информация из источников ([Как повысить эффективность..., 2017](#); [Лучшие приложения..., 2018](#)).

В качестве стационарных систем в ботанических садах можно использовать интерактивные стенды и павильоны, которые предоставят пользователю огромные массивы информации об интересующих их объектах.

Современное состояние технологии VR для обучения и развлечений

Основные области применения устройств дополненной реальности – медицина (рис. 5), робототехника, образование и маркетинг, техническое обслуживание и ремонт, военная и авиационная навигация, планирование туристических маршрутов, развлечения (Billinghurst et al., 1998).

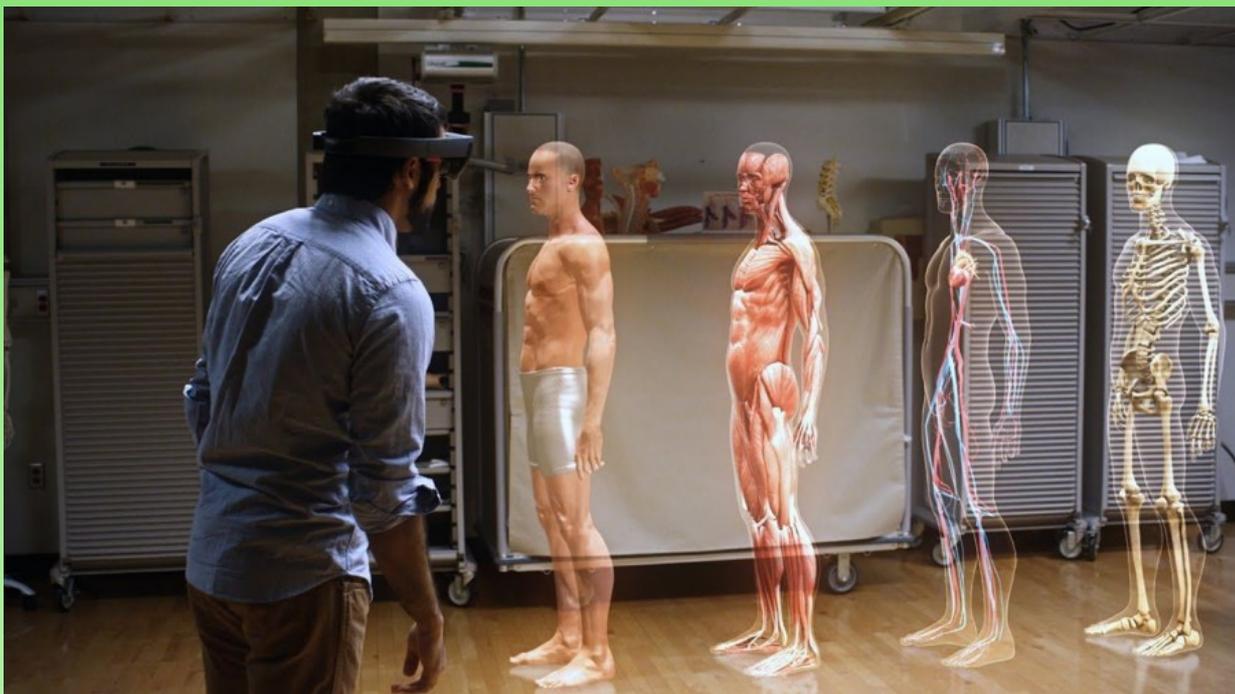


Рис. 5. Кадр из видеоролика, демонстрирующий возможности очков Microsoft Holo Lens при использовании дополненной реальности в медицине ([Microsoft Holo Lens: Partner Spotlight with Case Western Reserve University, 2020](#)).

Fig. 5. Frame from the video, demonstrating the capabilities of Microsoft HoloLens glasses when using augmented reality in medicine ([Microsoft HoloLens: Partner Spotlight with Case Western Reserve University, 2020](#)).

В настоящее время создано множество программ AR. В приложении «ROAR» дополненная реальность проявляется при наведении камеры на изображение-триггер. Данное программное обеспечение создано для взаимодействия брендов с потребителями. Например, при взгляде на постер кинофильма «Звездные войны» через смартфон или планшет можно увидеть космический бой, а при рассмотрении обложки журнала – трехмерную модель изображенного на ней человека. Приложение «Smash Tanks!» позволяет сделать из пола комнаты или стола «плацдарм», на котором находятся танки ([10 крутых приложений.... 2019](#)).

Приведенные выше примеры рассчитаны на взрослую аудиторию, но существуют также приложения для детей. Как пример можно привести инновации издательского дома DEVAR ([Девар, 2020](#)). Компания объединила издание бумажных книг с технологией дополненной реальности. Работа с этой технологией разбита на четыре шага. Пользователь должен приобрести бумажную книгу, скачать приложение на смартфон или планшет, выбрать в нем свою книгу и загрузить ее в смартфон, а затем навести камеру устройства над изображением в книге. Изображение сформируется в трехмерном виде на экране смартфона.

Технологию дополненной реальности используют и другие издательские компании. Так издательская группа АСТ ([Издательская группа АСТ, 2020](#)) создала свою серию энциклопедий с дополненной реальностью в формате интерактивных 3D игр. Алгоритм работы почти такой же, как и в книгах DEVAR. Купив бумажную книгу и скачав приложение, выбрать в книге страницы с элементами дополненной реальности, которые отмечены специальным значком. Затем для генерации изображения дополненной реальности необходимо навести мобильное устройство на отмеченное пунктиром поле. Например, в энциклопедии дополненной реальности «Планета земля», в одном из разделов рассказывается о строении дерева, используя приложение, можно увидеть сгенерированный спил дерева, где видны годовичные кольца. В приложении присутствует также элемент викторины: предлагается ответить на вопрос, сколько годовичных колец на спиле.



Рис. 6. Пример реализации технологии дополненной реальности в печатном издании АСТ: а – графическая и текстовая информация, b – дополненная реальность.

Fig. 6. An example of the implementation of augmented reality technology in the print edition of AST: a – graphic and textual information, b – augmented reality.

Вероятно, такой сплав технологий в будущем приведет к полному изменению литературы для детей и взрослых.

Новейшие технологии дополненной реальности – сотовая связь и облачные хранилища информации

Сотовая связь

Новый стандарт мобильной связи пятого поколения (5G) позволит: 1) увеличить скорость передачи данных в десятки раз до 10 Гб/с, 2) уменьшить задержки до 1 мс, 3) увеличить надежность подключения в сотни раз, 4) увеличить плотность числа подключенных устройств $10^6/\text{км}^2$ ([5G – где и кому он нужен?, 2019](#)). Все эти особенности сетей 5G полностью раскроют потенциал технологии дополненной реальности, а пользователи получат эффект полного присутствия при использовании всего спектра мобильных приложений дополненной реальности – от образования до сферы развлечений ([Грядут перемены..., 2018](#)).

Облачные технологии

Развитию технологий дополненной реальности способствует и развитие такой технологии как облачные хранилища данных. Облачное хранилище данных (англ. *Cloud storage*) – модель онлайн-хранилища, в котором данные хранятся на многочисленных распределённых в сети серверах, предоставляемых в пользование клиентам, в основном, третьей стороной ([Облачное хранилище данных, 2020](#)).

Высокая скорость и качество передачи данных, энергоэффективность сетей пятого поколения, а также использование облачных хранилищ данных, где хранятся программы, видео-, аудио- и текстовая информация, вероятно, позволит использовать оборудование только как дисплей и ретранслятор, при этом хранение и обработка информации будет проходить в облачных хранилищах данных. Объединение технологий приведет к кардинальному изменению оборудования.

Развитие технологий идет по таким направлениям как миниатюризация, повышение производительности и энергоэффективности. Если раньше техника была большая и громоздкая, то с развитием микроэлектроники все кардинально поменялось. При маленьких размерах производительность устройств возросла во много раз, а параллельное развитие жидкокристаллических дисплеев (тонкопленочных транзисторов) и полимерных пленок, произвело революцию в воспроизведении информации. Появились жидкокристаллические мониторы различных размеров, но технологические компании не останавливаются на достигнутом, уже созданы прототипы складывающихся дисплеев. Мониторы, экраны и дисплеи компьютерной техники, воспроизводящие изображения и объекты

дополненной реальности не очень удобны в использовании, поскольку пользователю необходимо отвлекаться на подготовку устройства к работе (достать, запустить выбранное приложение), да и во время всего процесса работы с дополненной реальностью необходимо держать устройство в руках. В будущем всех этих проблем не будет, так как ведутся разработки носимой (переносной) электроники – очков и линз дополненной реальности. Новые носимые устройства позволят совмещать реальность и дополненную реальность, без дополнительных манипуляций и тогда можно будет сказать, что мир полностью изменился.

Однако при том, что инвесторы вкладывают все больше средств в разработку технологий дополненной реальности, ее внедрение в нашу жизнь пока идет относительно медленными темпами. Эта технология еще не получила широкой известности и весь ее потенциал пока не раскрыт. Сдерживающим фактором является необходимость разработки специального программного обеспечения. Кроме того, использование AR невозможно без перестройки работы организаций, которые должны приобретать новое оборудование, а также серьезных изменений технологических процессов, обучения и переобучения сотрудников. У большинства государственных организаций, в том числе и ботанических садов, пока нет возможности широко внедрять в свою деятельность современные технологии. Хотя и в данной сфере появляются некоторые элементы цифровых технологий, например, упомянутые выше QR-коды. Вероятно, проводником инноваций в данной сфере может выступить молодежь, лучше знакомая с современными технологиями и способная адаптировать инновации к требованиям современного технологического уклада.

Результаты и обсуждение

Первые результаты применения технологии дополненной реальности уже появились в ботанических садах мира. Например, в Австралии осуществлен AR-проект «Юрский сад», который выполняет образовательную функцию, позволяя выделить растения, которые когда-то служили источником пищи или средой обитания для древних животных. Загрузив одноименное приложение, пользователи могут сделать фотографии огромных виртуальных динозавров, созданных при помощи цифровых технологий. Этот проект дополненной реальности сегодня доступен для посетителей 3 ботанических садов: Королевского ботанического сада Сиднея, Австралийского ботанического сада Маунт Аннан и Ботанического сада Голубых гор Маунт Тома ([Jurassic Garden app, 2017](#)).

В Сиднейском ботаническом саду можно увидеть динозавра *Muttaborrasaurus*, поедающего ветви *Wollemia nobilis* W. G. Jones, K. D. Hill, J. M. Allen, известную также как воллемия или «дерево динозавров». В Ботаническом саду Голубых гор и Австралийском ботаническом саду представлены пять древних вымерших животных и, соответственно, пять растений, которые служили им пищей:

- *Minmi paravertebral* Molnar, самый первый найденный на территории бронированный динозавр, питающийся мягкими древовидными папоротниками;
- *Muttaborrasaurus langdoni* Bartholomai & Molnar, родственник игуанодона, обгладывающий ветви воллемии (рис. 7);
- *Pteranodon* Marsh, огромный летающий птерозавр, питающийся рыбой и планктоном, в том числе одноклеточными водорослями *Coccolithophore*, почти незаметных невооруженным глазом, но отображенных с помощью приложений дополненной реальности; эти водоросли сохранились во рту динозавра благодаря своим известковым панцирям;
- *Procoptodon goliath* Owen, гигантский кенгуру, живший в Австралии в эпоху плейстоцена и гуляющий по сухому склерофилловому лесу;
- *Diprotodon optatum* Owen, гигантское травоядное сумчатое, размером с гиппопотама, поедающее травянистые растения сухих пустошей.



Рис. 7. Динозавр рядом с воллемией ([Jurassic Garden, 2020](#)).

Fig. 7. Dinosaur next to wollemia ([Jurassic Garden, 2020](#)).

Кроме травоядных в экспозиции представлен хищный динозавр *Australovenator wintonensis* Hocknull et al., напоминающий сильно увеличенного в размерах велоцираптора, поджидающий добычу среди саговников ([Jurassic Garden app, 2017](#)).

В Нью-Йоркском ботаническом саду дополненная реальность используется для получения информации о лекарственных растениях. При помощи специально разработанных маркеров (якорей) посетители, загрузив приложение в мобильное устройство и наведя камеру на маркер (рис. 8), получают информацию о том, какими полезными свойствами обладает данное растение, и видят, какие именно человеческие органы оно излечивает ([NY Botanical Gardens: Interactive Healing AR Installation, 2019](#)).



Рис.8. Дополненная реальность в экспозиции Нью-Йоркского ботанического сада ([NY Botanical Gardens: Interactive Healing AR Installation, 2019](#)): а – маркер дополненной реальности, б – визуализация дополненной реальности.

Fig. 8. Augmented reality at the exposition of the New York Botanical Garden ([NY Botanical Gardens: Interactive Healing AR Installation, 2019](#)): a – marker of augmented reality, b – visualization of augmented reality.

Национальный Дендрарий Карберра разработал для своих посетителей семь «голограмм» с разным информационным наполнением. Например, на одной из них Нил Купер рассказывает о своем личном опыте борьбы с пожарами в 2003 году в районе Кедрового леса ([Национальный Дендрарий Карберра..., 2016](#)).

Кроме программ, разрабатываемых для ботанических садов, каждый год создается большое количество приложений дополненной реальности, применяемых в повседневной жизни. Некоторые приложения могут использоваться в работе ботанических садов и, вероятно, будут интересны посетителям. Наиболее интересные приложения приведены в таблице 2.

Таблица 2. Приложения дополненной реальности, которые могут пригодиться в ботанических садах*

Table 2. Augmented reality applications that may come in handy in botanical gardens*

Название программы	Задача	Операционная система	Особенности
Google переводчик	Перевод текстов. Наводя камеру на незнакомый текст, можно сразу на экране увидеть перевод на нужном языке	Android, iOS	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> • бесплатное • переводит текст с любого языка • работает в офлайн режиме. <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • не всегда качественный перевод • не все функции работают офлайн
Средство создания 3D моделей	Программа позволит с помощью камеры отсканировать любой объект и создать его 3D модель	Android	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> • бесплатное • интеграция сторонних моделей 3D моделирования • самообучается, со временем сканы становятся лучше. <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • доступно только для смартфонов Sony • не всегда точное сканирование.
SunLocatorLite	Приложение для определения положения солнца	Android, iOS	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> • бесплатное • незаменимое фотолюбителям, туристам, для настройки солнечных батарей • поддержка GPS • определение положения солнца и луны в любое время года и любом месте. <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Функция AR без компаса не работает.
SketchAR	Приложение дополненной реальности, помогающее практиковаться в рисовании	Android, iOS	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> • бесплатное обучение рисованию. <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • требуется фиксация смартфона • необходимы дополнительные настройки.

Узнай Москву	Гид по Москве, созданный при поддержке мэрии города. При использовании режима AR в определённом месте города реальность дополняется историческими героями и другими 3D объектами.	Android, iOS	<p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> • бесплатное • увлекательное описание достопримечательностей Москвы, аудио экскурсии • биографии знаменитых деятелей города • карты, навигация • госуслуги, транспорт, парковки и др. <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • не обнаружено
--------------	---	--------------	--

*Использована опубликованная информация ([Лучшие приложения..., 2018](#)).

Области применения дополненной реальности в ботанических садах

Экскурсионная деятельность

Дополненная реальность позволяет быстро визуализировать и дополнять поступающую информацию или может стать отдельным информационным пространством для разработки различных экологических проектов. Возможны следующие варианты использования дополненной реальности в экскурсионной работе ботанических садов:

1. Создание интерактивного путеводителя на основе QR этикетирования по территории ботанического сада (открытый грунт) или по ботанико-географическим экспозициям оранжерей (закрытый грунт);
2. Получение основной информации о коллекционных растениях с помощью интерактивных этикеток;
3. Дополнение сведений об экспонатах ботанического музея (в том числе, гербарных листов) QR-кодами.

Сегодня в большинстве ботанических садов пластиковые или фанерные указатели и информационные стенды размещаются в определенных зонах (у входа, на развилках дорожек, вблизи особо интересных объектов). Используя возможности технологии дополненной реальности, пояснительные тексты можно отображать на любых пригодных для этого плоскостях, например, на асфальтированных дорожках, стенах или стендах (табл. 3).

Дополненная реальность позволит получать информацию не только в определенных точках, но и по всему следованию экскурсионного маршрута. Например, можно будет узнать, какие фенологические изменения происходят с растениями в разные времена года, увидеть изменение ландшафтов в различные исторические периоды, познакомиться с историей создания экспозиций. Поскольку в условиях ограниченного пространства оранжерей ботанико-географические экспозиции не могут воспроизвести растительность (в лучшем случае, они воспроизводят лишь модель реальности), дополненная реальность поможет перенести зрителя в финбос Южной Африки, экваториальные леса Южной Америки или в субтропические редколесья Австралии.

Таблица 3. Особенности разных видов реальности в ботанических садах

Table 3. Features of different types of reality in botanical gardens

Факторы	Реальность	Смешанная реальность	Виртуальная реальность
Оборудование	Нет	Дополнительное оборудование для обнаружения и отслеживания маркеров или аналогов	Очки или шлем виртуальной реальности

Восприятие объектов	Все объекты реальные	Совмещение реальных и виртуальных объектов	Только виртуальные объекты
Получение информации	Экскурсоводы, поясняющие материалы (текстовые плакаты, этикетки, карты, фото), квесты и др.	Интерактивные подсказки, 3D изображения, видео, анимационные ролики, игрофикация и др.	Исключительно через полное погружение в виртуальный мир
Доступность для физически ограниченных людей	Ограничена	Получение дополнительных возможностей, частичное погружение в виртуальный мир	Исключительно через полное погружение в виртуальный мир
Финансовые затраты на программы и оборудование	Нет	Средние	Высокие

Немаловажно, что благодаря AR посетитель перестает быть пассивным зрителем и активно вовлекается в процесс ознакомления с экспозициями. Мобильное устройство позволяет изменять угол обзора, переключаться между различными объектами, задавать те или иные параметры для исследования, добавлять и удалять элементы, управлять скоростью анимации и т. д. Каждый год программы дополненной реальности совершенствуются. Так, использование окклюзии (заслонение дальше расположенного виртуального объекта ближе расположенным реальным объектом ([Окклюзия, 2020](#))) позволяет управлять виртуальными объектами в реальном пространстве ([Google показал новую дополненную реальность, 2020](#)).

Использование игровых элементов в ботанических экскурсиях с дополненной реальностью может привлечь в ботанические сады молодую аудиторию – школьников и студентов, которые наиболее активно используют смартфоны и планшеты. В будущем профессия экскурсовода может переместиться в виртуальное пространство и, вместо сопровождения экскурсантов, экскурсоводы станут разрабатывать технические задания для программ дополненной реальности. А посетители ботанических садов смогут получать всю необходимую информацию самостоятельно, посмотрев на растение или этикетку с маркером.

Ботанический музей

Обычно при ботанических садах имеются музеи, в которых выставляют наиболее интересные экспонаты: плоды или семена редких растений, спилы стволов, предметы народных промыслов и переработки растительного сырья.

Визуально эти высушенные, обесцвеченные экспонаты выглядят недостаточно привлекательно. Но возможности дополненной реальности могут повернуть время вспять. Тогда с помощью 3D мы увидим, как невзрачный сморщенный плод заново наполняется «жизненными соками», приобретает свою первоначальную форму и цвет, а если процесс не останавливать, то плод уменьшится в размерах и превратится в прекрасный цветок. Наблюдатель дополненной реальности сможет самостоятельно регулировать воспроизведение всего процесса в ту или другую сторону и даже ускорить ход времени. Другим примером использования дополненной реальности может быть эпизод из жизни муравьев, которые, защищая свое растение-дом, борются с конкурентами. Вероятно, при использовании дополненной реальности эффектно будут выглядеть плоды, распространяемые воздушными потоками и плавно кружащиеся в воздухе, подхваченные иллюзорным ветром.

В качестве примера приведем Смитсоновский музей, который для своей экспозиции разработал приложение дополненной реальности – «Skin and Bones», где реализована возможность увидеть изображение рыбы, наведя мобильное устройство на ее скелет (рис. 9) ([A Hall Through New Eyes, 2020](#)).



Рис. 9. Рыба-меч в Смитсоновском музее (США) – скелет в экспозиции и живая рыба в дополненной реальности ([A Hall Through New Eyes, 2020](#)).

Fig. 9. Swordfish at the Smithsonian Museum (USA) – a skeleton on display and live fish in augmented reality ([A Hall Through New Eyes, 2020](#)).

Со временем, в каждом ботаническом музее появятся свои подходы к использованию возможностей дополненной реальности, что позволит посетителям по-новому взглянуть на хорошо знакомые растительные экспонаты.

Этикетирование растений

Этикетирование растений необходимо для получения основной информации о каждом коллекционном экземпляре. Обычно на вставленных в горшок этикетках на русском языке и латыни указывается семейство, вид, место произрастания и происхождение данного экземпляра. Дополнительно в номере этикетки можно указать QR-код, в котором зашифрована ссылка на количество экземпляров, инвентарный номер, дополнительное описание, в том числе, ссылки на статьи, фото или видео. QR-код считывается при помощи специального приложения, которое перенаправляет пользователя на ресурс, закодированный в ссылке.

Вероятно, можно будет сделать несколько режимов воспроизведения. Так, в одном режиме будут отображаться особенности развития растения от семени до плодоношения, в другом - условия произрастания (в тени или на солнце), в третьем - сопутствующие биотические факторы (например, опылители, симбиотические партнеры или патогены). Дополненная реальность позволит узнать, как выглядят цветущие или плодоносящие растения, как может отразиться на их внешнем виде болезнь или несбалансированность минерального питания и т. д.

Гербарий

Технология AR дает возможность составлять виртуальный гербарий, который лишен всех недостатков реального гербария – громоздкости и трудности хранения. Немаловажно и то, что доступ к виртуальному гербарии, в отличие от реального гербария, можно получить в любое время и в любом месте, где есть доступ к Глобальной сети. Единственный необходимый инструмент для этого – мобильное устройство. Дополненная реальность для гербарных образцов позволит моделировать внешний облик живых растений в цвете и в объеме, приблизить и рассмотреть различные части под разными ракурсами. Кроме того, в условиях дополненной реальности можно сравнить близкородственные виды между собой и в условиях виртуальной среды рассмотреть отличительные особенности.

Дополненная реальность для индивидуального пользователя

Как упоминалось выше, основной принцип работы дополненной реальности – это наложение слоя дополнительной информации на существующую реальность. Информация, накопленная в ботаническом саду, может быть различной и предназначаться для разных категорий пользователей - посетителей (дети,

подростки, взрослые), технического персонала, научных сотрудников. Современные технологии позволяют создать интересный контент для каждой категории пользователей. Например, уже сейчас можно использовать приложение для смартфонов «WallaMe». Пользователи могут сфотографировать понравившееся им растение или композицию и добавить на них надписи, фотографии или рисунки. После того, как сообщение будет создано, оно будет привязано к конкретной точке с помощью геолокации и останется видимым не только на Вашем смартфоне, но и на мобильном устройстве другого подписчика приложения «WallaMe», с которым Вы хотите поделиться этой информацией. Используя приложение «WallaMe», можно создавать виртуальные этикетки (надписи) как на фотографии *Wollemia nobilis* из экспозиции Главного ботанического сада РАН (рис. 10). Приложение «WallaMe» также используется для создания цифровых граффити и для бесконтактного обмена сообщениями ([Дополненная реальность в образовании.... 2019](#)).



Рис. 10. Древнее хвойное дерево *Wollemia* в экспозиции Новой фондовой оранжереи Главного ботанического сада РАН с виртуальной этикеткой, созданной с помощью приложения «WallaMe».

Fig. 10. Ancient coniferous tree *Wollemia* in the exposition of the New Stock Greenhouse of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences with a virtual label created using the WallaMe application.

Для посетителей оранжереи будут разработаны квесты по интересующей их тематике. Дети увидят свою дополненную реальность, наполненную бабочками и мультипликационными героями, которые рассказывают об интересных растениях. Подросткам будет представлен фантастический квест, где они будут ходить по лесам эпохи динозавров или по земным ландшафтам далекого будущего. Взрослые посетители смогут посмотреть, к примеру, на то, как делают волокно из агавы.

Научные сотрудники увидят происходящие с растениями изменения в реальном времени, увидят, что происходит при колебаниях температуры или уровня освещенности. Возле каждого растения можно будет оставить «висящие в воздухе» рекомендации по уходу, напоминания или отчеты о проведенных работах.

Рассматривая дополненную реальность в разрезе образовательной деятельности, следует отметить вариативность AR-контента, которая позволяет адаптировать обучающий курс согласно возрасту, специализации и другим особенностям ученических групп.

Дополненная реальность во вспомогательной деятельности ботанических садов

Помимо основных функций коллекционирования, изучения и сохранения ботанических объектов, ботанические сады имеют и некоторые дополнительные функции – развлекательные, образовательные, осуществляют реализацию растений и печатной продукции, а также несут рекреационную нагрузку. Эти сферы деятельности также нуждаются во внедрении современных технологий (табл. 4).

Таблица 4. Использование дополненной реальности во вспомогательной деятельности ботанических садов

Table 4. The use of augmented reality in supporting activities of botanical gardens

Сферы дополнительной деятельности	Ключи для активации	Результаты
Развлечение	Маркеры, изображения, геолокация	Развитие игрового контента – игры в реальном времени, квесты. Музеи дополненной реальности
Образование	Маркеры, изображения, геолокация. Взаимодействие с 3D объектами	Организация курсов и практических занятий с использованием технологий дополненной реальности
Продажа	Маркеры, физические объекты, плоскости, геолокации	Сопроводительные этикетки с расширенными рекомендациями по уходу за растениями. Сопроводительные изображения разных фаз развития растений. Изображения растений в интерьере
Реклама	Маркеры, физические объекты, плоскости, геолокации	Афиши, буклеты, постеры с предстоящими мероприятиями

Заключение

В статье упомянута лишь малая часть современных технологий, которые могут быть использованы в работе ботанических садов в настоящий момент. Говоря о широких возможностях и достоинствах смешанной и виртуальной реальности, нельзя не упомянуть и об их недостатках. Прежде всего, следует отметить несовершенства современных мобильных устройств и программного обеспечения, которые пока еще не позволяют достичь эффекта полного погружения. Еще одна проблема состоит в том, что разработка контента требует значительных финансовых, человеческих и временных ресурсов. Для пользователя существенным недостатком является нагрузка на нервную систему и органы зрения. Кроме того, обращаясь к уже готовым ресурсам, человек лишается возможности самостоятельно собирать и анализировать данные, вся информация приходит к нему уже кем-то обработанная и систематизированная, в виде продукта чужого сознания.

Однако с учетом все возрастающей роли смешанной и виртуальной реальности в повседневной жизни, увеличивающегося интереса инвесторов и пользователей к виртуальному общению с живой природой, есть основания считать, что в ближайшее время спрос на использование подобных контентов только увеличится. Внедрение технологий дополненной реальности в ботанических садах позволит существенно улучшить научную, образовательную, экскурсионную работу, уменьшить трудозатраты. Работа с оцифрованным гербарием расширит число пользователей и облегчит обмен гербарными листами между научными учреждениями. На новый уровень поднимется также работа ботанических музеев, которые смогут включить в свои фонды не только реальные, но и виртуальные образцы растительных объектов. Кроме того, дополненная реальность позволит по-другому взглянуть на образовательную роль ботанических садов как сотрудникам, так и посетителям, существенно расширить аудиторию путем

привлечения современного молодого поколения.

Благодарности

Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН (№118021490111-5) на базе УНУ «Фондовая оранжерея».

Литература

5G – где и кому он нужен? (2019) // Хабр. URL: <https://habr.com/ru/company/samsung/blog/452344/> (Date:11.02.2020).

10 крутых приложений дополненной реальности (2019) // Лайфхакер. URL: <https://lifelife.ru/prilozheniya-dopolnennoj-realnosti> (Date:24.10.2019).

Абилмажинова Б. С., Андреев В. О. Детекторы углов или как происходит распознавание маркеров дополненной реальности. Инновации в науке: сборник статей по материалам LIV международной научно-практической конференции. Новосибирск: СибАК, 2016. 2 (51). С. 156—162.

Виртуальная реальность // Большой словарь иностранных слов. URL: https://gufo.me/dict/psychologie_dict/ВИРТУАЛЬНАЯ_РЕАЛЬНОСТЬ (Date: 22.10.2019).

Виртуальность // Новая философская энциклопедия. URL: <https://iphlib.ru/library/collection/newphilenc/document/HASH01b7eff9048db8416a128fb7?p.s=TextQuery> (Date:11.02.2020).

Выставка «Искусственное опыление» в Фондовой оранжерее // Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина. URL: <http://www.gbsad.ru/people/people-fond/people-fond-exib-iskop.php> (Date: 22.10.2019).

Грядут перемены: новые возможности мобильных приложений в эпоху 5G (2018) // Umbrella IT. URL: <https://umbrellait.com/ru/changes-are-coming-new-prospects-of-mobile-apps-in-the-5g-era/> (Date: 11.02.2020).

Девар. URL: <https://devar.ru> (Date: 11.02.2020).

Дополненная реальность в образовании (на примере сервиса WallaMe) (2019) // Интерактивные образовательные инструменты и сервисы. URL: <https://ioisloiro.blogspot.com/2019/02/wallame.html> (Date: 11.02.2020).

Иванова А. В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения. Стратегические решения и риск-менеджмент. Санкт-Петербург, 2018. № 3 (106). С. 88—107.

Издательская группа АСТ. URL: <https://ast.ru/series/entsiklopedii-s-dopolnennoj-realnostyu-1088013/> (Date: 11.02.2020).

Как повысить эффективность производства с дополненной реальностью? (2017) // Хабр. URL: <https://habr.com/ru/post/324150/> (Date: 27.10.2019).

Кинг Б., Лайтман А., Рангасвами Дж. П., Ларк Э. Эпоха дополненной реальности. Пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 2018. 528 с.

Лучшие приложения для дополненной реальности (2018) // Сетфон. URL: <https://setphone.ru/prilozheniya/luchshie-prilozheniya-dlya-dopolnennoj-realnosti/> (Date: 11.02.2020).

Национальный дендрарий Карберра (2016) // Facebook. URL: <https://www.facebook.com/NationalArboretumCanberra/posts/new-augmented-reality-app-for-the-national-arboretum-a-new-augmented-reality-app-1184748548227667/> (Date: 27.10.2019).

Облачное хранилище данных // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Облачное_хранилище_данных (Date: 11.02.2020).

Окклюзия // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Окклюзия> (Date: 13.02.2020).

Очки дополненной реальности (AR) // Виртуальные очки. URL: <https://virtualnyeochki.ru/dopolnennaya-realnost>

(Date: 11.02.2020).

Реальность // Большой словарь иностранных слов. URL: https://gufo.me/dict/foreign_words/реальность (Date: 22.10.2019).

Савельева К. В. Дополненная реальность: культурный и образовательный феномен. Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. 2018. № 7 (1А). С. 227—233.

Смолин А. А., Жданов Д. Д., Потемин И. С., Меженин А. В., Богатырев В. А. Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности. Санкт-Петербург, 2018. 59 с.

Что такое дополненная реальность (2016) // Разработка дополненной реальности. URL: <https://q-ar.ru/chto-takoe-dopolnennaya-realnost> (Date: 09.02.2020).

A Hall Through New Eyes // Smithsonian. URL: <https://naturalhistory.si.edu/exhibits/bone-hall> (Date: 11.02.2020).

AR - дополненная реальность (статья плюс ролик) (2018) // Хабр. URL: <https://habr.com/ru/post/419437/> (Date: 22.10.2019).

Azuma R. A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1997. № 6 (4). P. 355—385.

Billinghurst M., Bowskill J., Dyer N., Morphett J. An Evaluation of Wearable Information Spaces. Conference: Virtual Reality Annual International Symposium, 1998. DOI: 10.1109/VRAIS.1998.658418.

Google показал новую дополненную реальность // Рамблер. URL: https://news.rambler.ru/internet/43321640/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (Date: 11.02.2020).

Jurassic Garden // Appagg URL: <https://appagg.com/ios/education/jurassic-garden-20560241.html?hl=ru> (Date: 13.02.2020).

Jurassic Garden app (2017) // Inspiringnsw. URL: <https://inspiringnsw.org.au/2017/09/04/jurassic-garden-app/> (Date: 11.02.2020).

Microsoft HoloLens: Partner Spotlight with Case Western Reserve University // YouTube. URL: https://www.youtube.com/watch?time_continue=104&v=SKpKIh1-en0&feature=emb_logo (Date: 11.02.2020).

Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE Transactions on Information Systems. 1994. E77-D (12). P. 1321—1329.

NY Botanical Gardens: Interactive Healing AR Installation // Superbright. URL: <http://www.superbright.me/external/interactive-healing> (Date: 27.10.2019).

Regenbrecht H., Lum T., Kohler P., Ott C., Wagner M., Wilke W., Mueller E. Using Augmented Virtuality for Remote Collaboration. Presence: Massachusetts Institute of Technology. 2004. № 13 (3). P. 338—354.

Samsung намерена запатентовать многослойные контактные линзы дополненной реальности и способ их производства (2016) // Голографика. URL: <https://holographica.space/news/samsung-lenses-4685> (Date: 11.02.2020).

Augmented Reality in the Botanical Gardens

GUSEV Evgeniy Mikhailovich	The Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsin of RAS, Botanicheskaya St., Building 4, Moscow, 127276, Russia gusevps@yandex.ru
KOLOMEITSEVA Galina Leonidovna	The Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsin of RAS, Botanicheskaya St., Building 4, Moscow, 127276, Russia kmimail@mail.ru
LESHKEVICH Yuliya Valentinovna	independent researcher, st. Kirovogradskaya, d.7, Moscow, 117587, Russia redheaded@yandex.ru

Key words:

science, social activities,
augmented reality, virtual,
botanical garden, education,
sightseeing activities, herbarium

Summary:

Currently, information technology is increasingly being introduced into a person's life, including helping him more easily adapt to distance work, study, and leisure. Mobile devices combine the real and virtual world. When combining the real world and computer-generated images, augmented reality is formed. The article discusses the options for using augmented reality in botanical gardens for a more informative interaction between science and society: excursion and museum activities, training, and with a virtual herbarium. The future of these technologies is in cloud storage, 5G cellular, wearable electronics.

Is received: 12 June 2020 year

Is passed for the press: 26 January 2021 year

References

- 10 Cool Augmented Reality Apps (2019). Life hacker. URL: <https://lifelifehack.ru/prilozheniya-dopolnennoj-realnosti> (Date: 24.10.2019).
- 5G - where and who needs it? (2019). Habr. URL: <https://habr.com/ru/company/samsung/blog/452344/> (Date: 11.02.2020).
- A Hall Through New Eyes, Smithsonian. URL: <https://naturalhistory.si.edu/exhibits/bone-hall> (Date: 11.02.2020).
- AR- augmented reality (article plus video) (2018). Habr. URL: <https://habr.com/ru/post/419437/> (Date: 22.10.2019).
- Abilmazhinova B. S., Andreev V. O. Angle detectors or how recognition of augmented reality markers occurs. Innovations in science: a collection of articles based on materials of the LIV international scientific and practical conference. Novosibirsk: SibAK, 2016. 2 (51). P. 156—162.
- Augmented reality glasses (AR) // Virtual glasses. URL: <https://virtualnyechki.ru/dopolnennaya-realnost> (Date: 11.02.2020).
- Augmented reality in education (on the example of the WallaMe service) (2019). Interactive educational tools and services. URL: <https://ioisloiro.blogspot.com/2019/02/wallame.html> (Date: 11.02.2020).
- Azuma R. A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1997. No. 6 (4). P. 355—385.
- Best Augmented Reality Apps (2018). Setphone. URL: <https://setphone.ru/prilozheniya/luchshie-prilozheniya-dlya-dopolnennoj-realnosti/> (Date: 11.02.2020).
- Billinghurst M., Bowskill J., Dyer N., Morphett J. An Evaluation of Wearable Information Spaces. Conference: Virtual Reality Annual International Symposium, 1998. DOI: 10.1109/VRAIS.1998.658418.
- Cloud data storage // Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Oblatchnoe_khranilitshe_dannykh (Date: 11.02.2020).
- Devar. URL: <https://devar.ru> (Date: 11.02.2020).
- Exhibition "Artificial pollination" in the Stock greenhouse. Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsina. URL:

<http://www.gbsad.ru/people/people-fond/people-fond-exib-iskop.php> (Date: 22.10.2019).

Google showed a new augmented reality // Rambler.URL: https://news.rambler.ru/internet/43321640/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (Date: 11.02.2020).

How to improve production efficiency with augmented reality? (2017). Habr.URL: <https://habr.com/ru/post/324150/> (Date: 27.10.2019).

IT. A change is coming: new opportunities for mobile applications in the 5G era (2018). Umbrella IT.URL: <https://umbrellait.com/ru/changes-are-coming-new-prospects-of-mobile-apps-in-the-5g-era/> (Date: 11.02.2020).

Ivanova A. V. Virtual and Augmented Reality Technologies: Opportunities and Obstacles of Application. Strategic Solutions and Risk Management. Sankt-Peterburg, 2018. No. 3 (106). P. 88—107.

Jurassic Garden app (2017), Inspiringnsw. URL: <https://inspiringnsw.org.au/2017/09/04/jurassic-garden-app/> (Date: 11.02.2020).

Jurassic Garden, Appagg URL: <https://appagg.com/ios/education/jurassic-garden-20560241.html?hl=ru> (Date: 13.02.2020).

King B., Lajtman A., Rangasvami Dzh. P., Lark E. Epokha dopolnennoj realnosti. Per. s angl. M.: Olimp-Biznes, 2018. 528 p.

Microsoft HoloLens: Partner Spotlight with Case Western Reserve University, YouTube. URL: https://www.youtube.com/watch?time_continue=104&v=SKpKlh1-en0&feature=emb_logo (Date: 11.02.2020).

Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE Transactions on Information Systems. 1994. E77-D (12). P. 1321—1329.

NY Botanical Gardens: Interactive Healing AR Installation, Superbright. URL: <http://www.superbright.me/external/interactive-healing> (Date: 27.10.2019).

National Arboretum Karberra (2016). Facebook.URL: <https://www.facebook.com/NationalArboretumCanberra/posts/new-augmented-reality-app-for-the-national-arboretuma-new-augmented-reality-app-1184748548227667/> (Date: 27.10.2019).

Occlusion // Wikipedia.URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Okklyuziya> (Date: 13.02.2020).

Reality // A large dictionary of foreign words.URL: https://gufo.me/dict/foreign_words/realnost (Date: 22.10.2019).

Regenbrecht H., Lum T., Kohler P., Ott C., Wagner M., Wilke W., Mueller E. Using Augmented Virtuality for Remote Collaboration. Presence: Massachusetts Institute of Technology. 2004. No. 13 (3). P. 338—354.

ST. Publishing group AST.URL: <https://ast.ru/series/entsiklopedii-s-dopolnennoj-realnostyu-1088013/> (Date: 11.02.2020).

Samsung intends to patent multi-layer augmented reality contact lenses and how they are manufactured (2016). Holography.URL: <https://holographica.space/news/samsung-lenses-4685> (Date: 11.02.2020).

Saveleva K. V. Augmented reality: cultural and educational phenomenon. Context and reflection: philosophy about the world and man.2018. No. 7 (1A). P. 227—233.

Smolin A. A., Zhdanov D. D., Potemin I. P., Mezhenin A. V., Bogatyrev V. A. Sistemy virtualnoj, dopolnennoj i smeshannoj realnosti. Sankt- Peterburg, 2018. 59 p.

The virtual reality. A large dictionary of foreign words.URL: https://gufo.me/dict/psychologie_dict/VIRTUALbNAYa_REALbNOSTb (Date: 22.10.2019).

Virtuality. New philosophical encyclopedia.URL: <https://iphlib.ru/library/collection/newphilenc/document/HASH01b7eff9048db8416a128fb7?p.s=TextQuery> (Date:11.02.2020).

What is Augmented Reality (2016) // Augmented reality development.URL: <https://q-ar.ru/chto-takoe-dopolnennaya->

realnost (Date: 09.02.2020).

Цитирование: Гусев Е. М., Коломейцева Г. Л., Лешкевич Ю. В. Дополненная реальность в ботанических садах // Hortus bot. 2020. Т. 15, 2020, стр. 506 - 525, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/atricle.php?id=7405>.

DOI: [10.15393/j4.art.2020.7405](https://doi.org/10.15393/j4.art.2020.7405)

Cited as: Gusev E. M., Kolomeitseva G. L., Leshkevich Y. V. (2020). Augmented Reality in the Botanical Gardens // Hortus bot. 15, 506 - 525. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/atricle.php?id=7405>