

УДК 004.94+004.42(54-3)

ПРОГРАММНЫЙ ПРОЕКТ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ПО ХИМИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Касперский И.В., Парамонов А.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
кафедра программного обеспечения информационных технологий
E-mail: ilya02.mail@gmail.com, a.paramonov@bsuir.by

Аннотация:

Касперский И.В., Парамонов А.И. Программный проект для занятий по химии с использованием технологии дополненной реальности. В статье рассматривается возможность применения дополненной реальности на практических занятиях по химии. Предложено проектное решение и его прикладная реализация на основе стека современных технологий. Представлен способ визуализации химических элементов и реакций в дополненной реальности. Описан процесс синхронизации виртуальных миров. Предложен способ динамического расчета возможных соединений и реакций.

Annotation:

Kasperski I.V., Paramonov A.I. Software solution for chemistry learning using Augmented Reality technology. The article discusses the possibility of using augmented reality in learning of chemistry. A design solution and its application implementation based on modern technologies stack are proposed. A method of visualizing chemical elements and reactions in augmented reality is shown. A process of synchronizing virtual worlds is described. A dynamically calculating method of possible compounds and reactions has been proposed.

Общая постановка проблемы

Технологии виртуальной и дополненной реальности сегодня активно внедряются в различные сферы деятельности. Одной из перспективных и востребованных областей использования технологии дополненной реальности (Augmented Reality, AR) считается сфера образования. Потенциал AR в образовательном пространстве в первую очередь связан с повышением заинтересованности и мотивации учащихся к изучению материала, что в значительной мере достигается за счет значительного увеличения интерактивности процессов [1]. Кроме того, следует отметить, что в некоторых учреждениях образования не всегда хватает оборудования, реактивов и препаратов для проведения практических занятий. Отказ же от использования реактивов благоприятно влияет на экологию, поскольку не происходит загрязнение окружающей среды отходами от реактивов. А за счет отсутствия доступа у учащихся к опасным реактивам увеличивается безопасность на занятиях. Один из подходов к решению обозначенных проблем — это внедрение программных комплексов для моделирования реальных физических процессов. В работе предлагается использовать подход на основе программного комплекса с применением технологии AR. Данное направление среди информационных технологий еще относительно новое и пока еще находится на стадии своего становления и развития. На рынке прикладных средств известны решения для обучения химии с использованием AR, такие как: Chemix, MEL Chemistry VR, Augmented Reality Chemistry Set, The Chemical Touch и другие. Однако, анализ возможностей рассмотренных приложений показал, что на данный момент на рынке не существует средства, которое позволит полноценно визуализировать химические элементы и реакции в

дополненной реальности, синхронизируя при этом состояния виртуальных миров между всеми участниками занятия.

Моделирование

При проектировании программного комплекса необходимо исследовать и учесть специфику моделируемых процессов. Предметная область исследования предполагает описание объектной модели таких понятий как «химический элемент», «молекула», «ион» и «реакция». В проекте «химический элемент» представлен в виде трехмерной модели его атома. Основными свойствами химического элемента, которые учитываются при моделировании, определены: модель атома, количество электронов и возможные валентности элемента. Модель «молекулы» представлена как набор моделей химических элементов, которые ее составляют. Описание молекулы представлено такими параметрами как: множество химических элементов, составляющих молекулу, количество каждого из видов данных элементов, семафор статуса молекулы как «признак реакции». Модель «ион» в проекте представлена как набор химических элементов в определенном количестве. При расчете химической реакции молекулы представляются в виде составляющих ее ионов. Химическая реакция происходит между несколькими молекулами. С точки зрения химической составляющей моделируется ситуация, что реакция происходит в воде, при этом молекулы распадаются на составляющие их ионы. В таком случае реакции записаны как набор правил, по которым данные ионы объединяются в молекулы со статусом «признак реакции». Для определения возможного соединения в молекулу, химические элементы и ее составляющие, по очереди включаются в рассмотрение в разных наборах. Если результирующая валентность соединения равна 0, значит данный набор элементов может составить молекулу. Среди всех возможных наборов выбирается тот, количество атомов в котором наибольшее. Для определения возможности осуществления реакции, молекулы, между которыми предполагается реакция, раскладываются на составляющие их ионы. Далее согласно списку поддерживаемых реакций проверяется, возможно ли из подмножества данных ионов провести реакцию. Если соответствующее правило найдено, производится анимация, отображающая проведение реакции.

Проектное решение

Программный комплекс, разработанный в рамках проекта, состоит из трех модулей, которые отвечают за разные задачи (рис. 1): Unity, Android native и сервер базы данных. Android native модуль ответственен за проведение химических расчетов и связь между участниками занятия. Язык разработки – Kotlin. Unity модуль непосредственно ответственен за работу с дополненной реальностью. В нем происходит отображение виртуальных объектов и синхронизация виртуальных миров. В качестве языка программирования для его разработки использовался C#. Для работы с дополненной реальностью применяется библиотека ARFoundation [2] от компании Google. Сервер базы данных служит для хранения информации о существующих химических элементах и поддерживаемых реакциях. Для программного взаимодействия с базой данных используется библиотека Exposed.

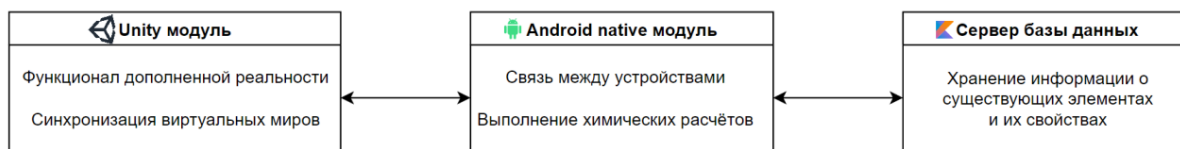


Рис. 1. Обобщенная схема взаимодействия модулей программного комплекса

Приложения в рамках работы комплекса в зависимости от роли владельца устройства могут быть использованы для следующих ролей: как создатель сессии (зачастую учитель), как участник сессии кроме создателя (зачастую ученик) и как сервер данных (хранилище).

Непосредственно расчеты состояния виртуального мира выполняются в приложении на устройстве создателя сессии. Затем состояния виртуальных миров на устройствах других участников сессии синхронизируются с виртуальным миром на данном устройстве. При этом реализована возможность воздействия на виртуальный мир с любых устройств в рамках одной текущей сессии. Устройство организатора (создателя сессии) перестроит состояние виртуального мира и распространит его на устройства всех пользователей в этой сессии. Для выполнения допустимых расчетов состояний мира необходима информация о допустимых химических соединениях и реакциях, которые хранятся на устройстве хранилища в локальной сети и автоматически синхронизируются. Схема базы данных (рис. 2) содержит следующие сущности, используемые в приложении: ионы в молекуле, молекулы, элементы в молекуле, ионы, элементы в ионе, химические элементы, валентности элемента, валентности.

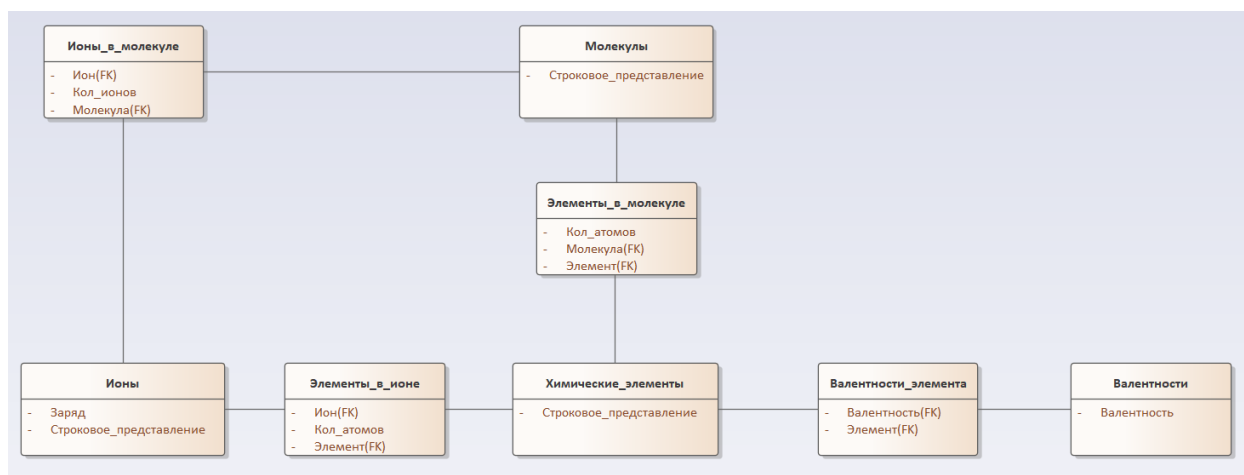


Рис. 2. Логическая модель базы данных

При объединении нескольких химических элементов приложение позволяет распознать их молекулы, даже если они не записаны в базе. Таким образом, разработанные алгоритмы позволяют поддерживать объединение соединений, которых нет в базе, но допустимые с химической точки зрения. По этой причине все поддерживаемые реакции записаны в схематичном виде, который позволяет породить большое количество поддерживаемых частных случаев.

Компьютерный эксперимент

Для апробации были проведены тестовые сессии на нескольких занятиях по химии. Демонстрация работы программного комплекса во время одного из уроков по изучению соединений кислот представлена на рисунке 3.

На рисунке можно видеть как элементы интерфейса приложения, так и объекты, созданные с помощью дополненной реальности и размещенные в виртуальном мире. Каждому атому в соответствии ставится маркер – красный круг, расположенный ниже самой модели. С его помощью атом, «привязанный» к нему, можно перемещать на плоскости. Для наглядности каждая модель атома имеет свой цвет ядра и своё количество электронов вокруг (точки на орбите). Например, на рисунке голубое ядро имеют атомы водорода, фиолетовое – хлор, желтое – сера и зеленое – кислород. На рисунке 3.а изображены атомы хлора и водорода вверху и набор из нескольких атомов в нижней части экрана. После манипуляции маркерами с целью объединения атомов в молекулу атомы элементов перемещаются и образуют круг исходя из местоположений их маркеров. На рисунке 3.б изображены модели молекул, которые были образованы автоматически из соединенного набора атомов. Таким образом сначала была составлена молекула SO₃ (рис. 3.а), поскольку в нее входит больше атомов чем в H₂O или H₂S. Затем в нижней части экрана был добавлен атом кислорода (O) и

соединены маркеры, а два атома сверху просто соединили. В результате (рис. 3.б) получены две объединенные молекулы – HCl (Соляная кислота) и H₂SO₄ (Серная кислота).



Рис. 3. Демонстрация работы программного комплекса: а) визуализация отдельных атомов с помощью маркеров; б) визуализация химических соединений после манипуляций.

Выводы

Использование программного комплекса дополненной реальности для занятий по химии несомненно имеет большой потенциал. Этот подход позволяет учащимся лучше усвоить и понять химические концепции и процессы, благодаря возможности визуализации химических элементов и реакций в реальном времени. С помощью разработанного в работе метода динамического расчета возможных соединений и реакций, учащиеся могут получать наглядное представление о том, как различные химические взаимодействия происходят в реальном мире. Использование предложенного решения на основе дополненной реальности позволяет улучшить взаимодействие между учителем и учеником, благодаря возможности синхронизации виртуальных миров. Это позволяет учителю контролировать процесс обучения, а ученику получать максимальную пользу от занятий.

Литература

1. Касперский, И.В. Современное образование: содержание, технологии, качество / И. В. Касперский, А. И. Парамонов, А. А. Охрименко // Материалы XXIX международной научно-методической конференции. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2023. – С. 322-324.
2. AR Foundation // Unity Technologies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://unity.com/unity/features/arfoundation/>. – Дата доступа: 10.05.2023