

УДК
37.091.3:004

**ОБУЧЕНИЕ ПОДРОСТКОВ РАЗРАБОТКЕ ПРИЛОЖЕНИЙ С
ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ**

Смолянинова Ольга Георгиевна
д.п.н., академик РАО, профессор
Ануфриенко Евгений Константинович
аспирант

Сибирский федеральный университет,

Сибирский федеральный университет,

Аннотация. Статья посвящена решению проблемы недостаточной мотивации и ограниченных возможностей подростков в освоении современных цифровых технологий в условиях дополнительного образования. Для повышения интереса обучающихся и развития у них навыков проектной деятельности предлагается использовать совмещение дополненной реальности и технологии Интернет вещей для обеспечения взаимосвязи виртуальной и физической среды. Использование данных технологий обеспечивает взаимодействие виртуальной и физической среды, создавая условия для формирования цифровой компетентности, а также раннего профессионального самоопределения подростков в сфере информационных технологий. Цель исследования заключается в теоретическом обосновании и экспериментальной проверке обучения подростков разработке приложений с дополненной реальностью с использованием технологии Интернет вещей. Представлена структура разработанного модуля, а также система учебных заданий, обеспечивающих поэтапное усложнение деятельности. Методологическую основу исследования составили системный и сравнительный анализ научно-педагогических источников, а также опытно-экспериментальная работа, проведенная на базе детского технопарка «Кванториум» (Санкт-Петербург) в 2022–2024 гг. с участием 165 обучающихся. Процедура исследования включала констатирующий, формирующий и итоговый этапы; диагностика осуществлялась по мотивационно-ценностному, теоретическому, операционно-деятельностному и рефлексивно-коррекционному критериям. Результаты итоговой диагностики показали статистически значимую положительную динамику в экспериментальной группе по всем критериям, что подтверждает эффективность разработанного модуля. Отмечено, что выполнение заданий по принципу «от идеи до прототипа» способствует формированию навыков работы с цифровыми платформами и технологией Интернет вещей, а также поддерживает их профессиональное самоопределение в сфере информационных технологий. Перспективы дальнейших исследований связаны с проектированием образовательных модулей нового поколения и созданием «умных» образовательных сред на основе интеграции сквозных цифровых технологий.

Ключевые слова: дополненная реальность, интернет вещей, информатизация образования, подростковый возраст, технологии обучения

Для цитирования: Смолянинова О.Г., Ануфриенко Е.К. Обучение подростков разработке приложений с дополненной реальностью с использованием технологии интернет вещей // Continuum. Математика. Информатика.

Образование. 2026. № 2 (42). С. 134–145. doi.org/10.24888/2500-1957-2026-2-134-145

Права: © О.Г. Смолянинова, Е.К. Ануфриенко (2026). Опубликовано Елецким государственным университетом им. И.А. Бунина. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY 4.0

Введение

Современный этап развития образования характеризуется активным внедрением сквозных цифровых технологий, среди которых особое место занимают дополненная реальность и технология Интернет вещей. Эти технологии выступают не только инструментами визуализации и автоматизации, но и средствами формирования у обучающихся цифровой компетентности и навыков проектной деятельности.

Дополненная реальность представляет собой цифровое наложение на реальный мир, выраженный в компьютерной графике, тексте или видео, обеспечивающее интерактивное взаимодействие пользователя с цифровым контентом в реальном пространстве (Ануфриенко, 2022). Интернет вещей, в свою очередь, является концепцией пространства, в котором все из аналогового и цифрового миров может быть совмещено (Заславская, 2017).

Разработка мобильных приложений с дополненной реальностью с использованием Интернет вещей открывает новые возможности для образовательной сферы, обеспечивая взаимосвязь виртуального и материального миров, обеспечивая органичное соединение виртуальных моделей с физическими сенсорами и микроконтроллерами. В контексте дополнительного образования подобное сочетание цифровых технологий приобретает особое педагогическое значение, поскольку способствует раскрытию личностного потенциала детей и подростков, формированию профессиональных интересов и развитию качеств личности, отраженных в «Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года» (Правительство Российской Федерации. Распоряжение от 31 марта 2022 г. № 678-р «О Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года»). Приоритет обновления содержания и технологий связан с развитием программ технической направленности, ориентированных на освоение трехмерного моделирования, программирования и технологического предпринимательства. Государственная политика акцентирует необходимость формирования у подростков навыков работы с цифровыми технологиями, способствующих раннему профессиональному самоопределению в области информационных технологий.

Обучение подростков разработке приложений с дополненной реальностью и использованием технологий Интернет вещей требует комплексного подхода, включающего освоение принципов работы микроконтроллеров и сенсоров, проектирования интерактивных сцен и разработку сценариев взаимодействия виртуальных и реальных объектов. Подобное использование технологий способствует созданию условий для реализации проектной деятельности, при которой подростки создают цифровые прототипы, реагирующие на изменение параметров окружающей среды (освещенность, температуру, движение и др.), и способны наблюдать результаты работы в реальной жизни. Реализация образовательного процесса по принципу «от идеи до прототипа» формирует у обучающихся самостоятельность, ответственность и готовность к инновационной деятельности.

Вместе с тем внедрение данных технологий требует научно-методического обоснования, разработки педагогических условий, обеспечивающих их эффективное сочетание, и подготовки педагогов, способных использовать цифровые средства и технологии в образовательном процессе. Анализ образовательной практики показывает, что педагоги недостаточно готовы к реализации подобных направлений, а учебно-методическая база не обеспечивает переход от визуального моделирования к разработке проектов.

Методология исследования

Методологическую основу исследования составили системный и сравнительный анализ научно-педагогических источников, а также эмпирическая апробация разработанно-

го учебного модуля, направленного на обучение подростков разработке приложений с дополненной реальностью и элементами технологии Интернет вещей. При планировании исследования использовались принципы научной обоснованности, системности, активности обучающихся и практической направленности.

Опытно-экспериментальное исследование, включающее проверку результативности разработанного модуля программы, проводилось в 2022–2024 учебных годах на базе государственного бюджетного учреждения дополнительного образования «Центр развития творчества и научно-технических инициатив детей и молодежи» Калининского района Санкт-Петербурга (структурное подразделение – детский технопарк «Кванториум»). В исследовании приняли участие 165 подростков в возрасте от 12 до 17 лет.

Результаты

Современные исследования в области цифровой дидактики показывают, что дополненная реальность и Интернет вещей относятся к сквозным технологиям, обладающим высоким образовательным потенциалом. В педагогическом контексте разработка приложений с дополненной реальностью позволяет переводить теоретические знания в плоскость практического опыта, когда обучающийся не просто воспринимает информацию, а взаимодействует с ней в интерактивной форме.

Технология Интернет вещей расширяет этот потенциал, объединяя цифровые датчики и устройства для взаимодействия между собой и с внешней средой. В исследовании В.П. Куприяновского и других ученых отмечается, что использование датчиков и устройств управления промышленных станков с системами автоматизированного проектирования способно улучшить качество производства и эффективность, попутно снижая затраты (Куприяновский, 2016). В исследовании А.А. Вахрушевой отмечается, что использование Интернет вещей позволит оптимизировать логистику в транспортной отрасли, осуществляя контроль за перемещением продукции, а также снизить себестоимость продукции (Вахрушева, 2017). Данные исследования подтверждают актуальность данного направления: освоение технологии Интернет вещей позволяет обучающимся анализировать данные окружающей среды, выявлять причинно-следственные связи и конструировать «умные» устройства, реагирующие на реальные события, что способствует их ранней профессиональной ориентации в сфере информационных технологий.

В образовательной сфере Интернет вещей преимущественно рассматривается как составляющая информационно-образовательной среды, а не как содержательного контента образования (Китайгородский, 2019). Подобный опыт рассмотрен в исследовании В.Г. Зубкова, И.И. Колтунова и А.В. Акимова при проектировании лабораторных работ для студентов технических специальностей (Зубков, 2012), а также в исследовании А.А. Гальчук и А.Н. Сергеева (Гальчук, 2017), описывающего возможности использования методики распределенного обучения информатике с помощью технологий Интернет вещей. Однако в данных исследованиях не предусматривается переход от теоретического изучения принципов работы к практической реализации проектов, в которых обучающиеся самостоятельно проектируют взаимодействие физических и виртуальных объектов, что подтверждает актуальность исследования.

Особое значение данный процесс приобретает в подростковом возрасте, который, по определению А.Г. Асмолова, связан с развитием индивидуальности и поиском собственных форм самореализации. Ученый отмечает, что «дополнительное образование в эпоху перемен – это зона ближайшего развития школы и общего образования в целом... превращающая творчество детской и подростковой субкультуры в ключевой ресурс развития общества» (Асмолов, 2014). Именно в этом пространстве формируются основы «идеологии индивидуального прогресса каждого ребенка, идеологии свободного выбора и поддержки разнообразия детства» (Асмолов, 2014).

Организация образовательного процесса, основанного на интеграции технологий дополненной реальности и Интернет вещей, отвечает идеям педагогики достоинства и самоторования, поскольку позволяет подростку выступать активным субъектом деятельности, конструирующим собственный цифровой продукт и личностный опыт. В практическом

плане эти идеи реализуются через специально разработанный учебный модуль, направленный на формирование у подростков навыков совмещения виртуальной и физической среды.

Обучающиеся знакомятся с микроконтроллерной платформой Arduino и её современными модификациями, изучают работу с датчиками, кнопками, сервоприводами, LED- и RGB-светодиодами, а также средствами беспроводной связи. Практические задания включают моделирование схем, диагностику данных через монитор порта, а также реализацию двустороннего обмена данными между Unity и Arduino. Особое внимание уделяется управлению виртуальными объектами через реальные устройства (и наоборот), что позволяет освоить основы прототипирования интерактивных систем и Интернет вещей.

Обучение подростков разработке приложений с дополненной реальностью и использованием технологии Интернет вещей разделено на четыре этапа: мотивационно-ценностный, теоретический, операционно-деятельностный и рефлексивно-коррекционный. Их содержание раскрывается через систему учебных заданий, организованных по принципу поэтапного усложнения и ориентированных на развитие ключевых компетенций подростков в области проектирования приложений с дополненной реальностью и элементами Интернет вещей.

Мотивационно-ценностный этап направлен на формирование познавательного интереса, внутренней мотивации и осознания значимости дополненной реальности как инструмента личностного и профессионального развития. Задания этого этапа включают знакомство с примерами проектов, совмещающих данные технологии, моделирование простых схем и визуализацию цифровых объектов в физической среде с использованием цифровых средств Unity и TinkerCad. Выполнение заданий способствует первоначальному освоению понятий, формированию эмоциональной вовлеченности и развитию мотивационной установки на проектную деятельность.

Теоретический этап обеспечивает систематизацию базовых знаний, усвоение понятийного аппарата и освоение алгоритмической логики работы цифровых средств Unity и Arduino. Подростки осваивают принципы функционирования сенсоров, сервоприводов, каналов передачи данных, а также методы отладки и диагностики. Через выполнение заданий (работа с кнопками, модулями Bluetooth, мониторингом порта и пр.) формируются основы инженерного и критического мышления, необходимые для реализации прототипов.

Операционно-деятельностный этап является центральным в реализации обучения. Он включает разработку функциональных прототипов с использованием ESP32, Unity и Arduino, а также реализацию взаимодействия между физическими объектами и цифровой сценой. Учащиеся последовательно осваивают механизмы приёма и передачи данных, программируют реакции виртуальных объектов на внешние события, и формируют навыки проектирования.

Рефлексивно-коррекционный этап завершает образовательный цикл. Его цель – обеспечение осмысленного анализа выполненной деятельности, выявление допущенных ошибок и направлений для дальнейшего развития. Выполнение заданий, направленных на интерпретацию сенсорных данных и управление сценой (изменение освещенности сцены в зависимости от показаний фоторезистора), способствует развитию самооценки, целеполагания и способности к формулированию выводов. Итоговое задание – выполнение кейса с интеграцией физического устройства и цифровой сцены – предполагает самостоятельную реализацию проекта, оформление результатов и представление авторского замысла.

Подробная структура заданий обучения подростков разработке приложений с дополненной реальностью с использованием технологии Интернет вещей представлена в таблице 1.

Таблица 1.
Структура учебных заданий

№	Название задания	Цель задания	Форма реализации
1. Мотивационно-ценностный этап			
1.1	Создание устройств с технологией Интернет вещей с использованием Unity и Arduino	Понять принципы сопряжения дополненной реальности и микроконтроллеров, выявить области их практического применения	Изучение примеров интеграции, ответы на вопросы, описание найденного кейса применения дополненной реальности совместно с микроконтроллерами, обсуждение возможных направлений развития
1.2	Моделирование схем устройств с дополненной реальностью	Освоить основы конструирования электронных схем и принципов их функционирования в виртуальном симуляторе	Сборка схемы (Arduino, светодиод, резистор) в среде моделирования, программирование мигания светодиода, изменение параметров и фиксация результатов с помощью снимков экрана
1.3	Свечение LED- и RGB-светодиодов	Научиться управлять каналами широтно-импульсной модуляции и создавать световые эффекты, соотнося их с возможными сценариями использования с дополненной реальностью	Создание схемы с RGB-светодиодом в симуляторе, разработка программы для изменения цветов и эффекта «дыхания», проверка работы в симуляторе и формулирование краткой идеи интеграции с цифровой сценой
2. Теоретический этап			
2.1	Работа с сервоприводом	Понять принцип функционирования сервопривода и основы позиционного управления	Моделирование схемы в виртуальном симуляторе, написание базовой программы с изменением угла, проверка в симуляции и фиксация результатов; самостоятельная работа – реализация цикла движения и плавного «дыхания», фиксация результатов снимками экрана
2.2	Работа с кнопками и Bluetooth модулем	Освоить обработку дискретного ввода и основы передачи команд по беспроводному каналу связи	Сборка схемы с кнопкой и модулем беспроводной связи, написание программы с передачей команд, проверка соединения; самостоятельная работа – демонстрация передачи трех различных команд и корректности их приема
2.3	Монитор порта: диагностика данных	Освоить приемы отладки работы микроконтроллера через последовательный порт и анализировать данные от датчиков и устройств	Инициализация последовательного порта, форматированный вывод, считывание и фиксация данных в мониторинге среды программирования, интерпретация результатов; самостоятельная работа – моделирование схемы с корректным выводом и краткими выводами о работе устройства
3. Операционно-деятельностный этап			
3.1	Работа с модулем ESP32	Освоить базовую сетевую функциональность микроконтроллера и продемонстрировать ее интеграцию с приложением дополненной реальности	Прошивка ESP32 с подключением к беспроводной сети, вывод состояния и данных (на веб-страницу или через монитор порта), демонстрация доступа по IP-адресу, подготовка скриншотов/видео и краткого описания сценария

3.2	Управление в Unity через Arduino. Управление LED светодиодом	Освоить принцип последовательного обмена данными и реализовать управление физическим устройством из приложения с дополненной реальностью	Написание программы для микроконтроллера с приемом команд и управлением светодиодом, создание скрипта в Unity для отправки команд, демонстрация включения и выключения устройства с фиксацией результатов
3.3	Управление в Unity через Arduino. Управление объектом по кнопке	Освоить основы передачи данных от физических датчиков и кнопок в цифровую сцену	Сборка схемы с кнопкой, передача сигналов в Unity через последовательный порт, реализация реакции объекта (поворот, изменение масштаба, цвета), демонстрация работы с фиксацией результатов
4. Рефлексивно-коррекционный этап			
4.1	Управление Arduino через Unity. Управление сервоприводом	Освоить связку Unity и Arduino для позиционирования сервопривода и оценить стабильность управления	Собрать схему с сервоприводом, прошить прием целевого угла, создать интерфейс (ползунок или кнопки) для отправки данных по Serial в Unity, протестировать и предложить сценарий применения
4.2	Управление Arduino через Unity. Изменение освещенности на сцене	Понять, как данные датчика (фоторезистор) транслируются в визуальные параметры сцены, и проанализировать чувствительность	Собрать схему с фоторезистором, передавать значения в порт, считывать их в Unity и связывать с визуальным эффектом (яркость, цвет, размер объекта); выполнить тест и кратко описать кейс использования дополненной реальности
	Кейс по модулю	Выполнить авторский проект, где событие реального мира изменяет сцену приложения с дополненной реальностью; провести рефлекссию и наметить улучшения	Спланировать идею, собрать прототип (в симуляторе или физически), наладить обмен данными (Serial, BLE, Wi-Fi), реализовать реакцию в Unity, оформить результаты (фото, видео, скриншоты) и описать пути развития

В качестве иллюстрации системы заданий рассмотрим итоговый кейс по модулю, выполняемый обучающимся в формате самостоятельного проекта. Суть задания заключается в разработке цифрового продукта, в котором взаимодействие с физическими устройствами и компонентами вызывает изменения в AR-сцене, визуализированной средствами Unity. Результатом становится авторский прототип – интерактивная инсталляция, «гаджет будущего» или элемент мини-игры, демонстрирующий интеграцию физических и виртуальных компонентов среды.

Обучающий блок предполагает разработку авторского проекта с использованием Unity и Arduino (описание концепции взаимодействия физической и виртуальной частей), планирования реализации (подбор датчиков, кнопок, сервоприводов, модулей связи), сборки физической схемы в реальной жизни или моделирование в платформе TinkerCad, настройки передачи данных (Serial, Bluetooth, Wi-Fi), создания AR-сцены в Unity с реакцией виртуальных объектов на физические события, подготовки проектной документации (схемы, скриншоты, описание принципа работы и областей применения).

Структура кейса представлена в двухуровневом формате:

- на репродуктивном уровне обучающийся реализует базовую идею, собирает прототип и обеспечивает передачу сигнала от устройства в цифровую сцену;

МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

– на продуктивном уровне обучающийся самостоятельно проектирует взаимодействие, оформляет результаты и формулирует направления для дальнейшего развития проекта.

Предметные результаты освоения учебного содержания операционализованы в соответствии с когнитивной таксономией Б. Блума в редакции Л. Андерсона: «запоминать», «понимать», «применять», «анализировать», «оценивать», «создавать». Они представлены в таблице 2, отражающей уровневую динамику освоения учебного материала в контексте разработки приложений с дополненной реальностью с технологией Интернет вещей.

Таблица 2.
Планируемые предметные результаты обучения

Когнитивный уровень	Планируемые предметные результаты
Запоминать	1. Определять понятия: дополненная реальность, Arduino, сенсоры, последовательный порт, ESP-модуль. 2. Воспроизводить базовые команды Arduino. 3. Узнавать назначение компонентов схемы (светодиод, резистор, кнопка, сервопривод, фоторезистор, модуль Bluetooth, ESP32).
Понимать	1. Объяснять принципы взаимодействия дополненной реальности и Arduino. 2. Интерпретировать работу простых схем (мигание светодиода, смена цвета RGB, движение сервопривода). 3. Сравнивать каналы передачи данных (Serial, Bluetooth, Wi-Fi). 4. Описывать логику связи «событие в реальном мире – реакция в виртуальной сцене».
Применять	1. Собирать схемы в TinkerCad Circuits или физически с Arduino и базовыми компонентами. 2. Использовать Arduino IDE для написания и загрузки скетчей. 3. Настраивать передачу данных между Arduino и Unity. 4. Реализовывать взаимодействие пользователя с объектами дополненной реальности.
Анализировать	1. Сравнивать схемы и способы связи (Serial, Bluetooth, Wi-Fi) по возможностям и ограничениям. 2. Определять взаимосвязь между физическим датчиком и цифровым параметром в Unity. 3. Делить процесс разработки на этапы: сборка схемы – написание скетча – интеграция в Unity. 4. Анализировать результаты симуляции и тестирования, выявлять ошибки подключения и кода.
Оценивать	1. Проверять корректность работы собранных схем и скетчей. 2. Оценивать надежность связи Arduino – Unity (устойчивость, скорость, отклик). 3. Критически оценивать удобство пользовательского взаимодействия. 4. Обосновывать выбор аппаратного компонента или способа связи.
Создавать	1. Проектировать и реализовывать проект, демонстрирующий взаимодействие физического устройства и цифровой сцены. 2. Совмещать в проекте несколько видов данных (датчики, кнопки, командные сигналы). 3. Создавать пользовательские сценарии и логику взаимодействия с приложением. 4. Презентовать и рефлексивно оценивать разработанный проект.

Результативность обучения подростков разработке приложений с дополненной реальностью и использованием технологии Интернет вещей определяется согласованностью целей, содержания, форм организации деятельности и процедур оценивания. Апробация и проверка результативности представленной модели обучения подростков разработке приложений с дополненной реальностью с использованием технологии интернет вещей проводилась на базе государственного бюджетного учреждения дополнительного образования «Центр развития творчества и научно-технических инициатив детей и молодежи» Калининского района г. Санкт-Петербурга (структурное подразделение – детский технопарк «Кванториум»).

Процедура исследования включала констатирующий, формирующий и итоговый этапы. На констатирующем этапе была проведена диагностика исходного уровня сформированности способности подростков к разработке приложений с дополненной реальностью и использованием технологии Интернет вещей. Оценка осуществлялась с применением разработанного диагностического комплекса, включающего показатели по четырём критериям: мотивационно-ценностному, теоретическому, операционно-деятельностному и рефлексивно-коррекционному. Для каждого критерия была установлена трехуровневая шкала (низкий, базовый, высокий), что обеспечило сопоставимость результатов контрольной и экспериментальной групп.

На формирующем этапе осуществлялась апробация учебного модуля, включающего практико-ориентированные задания по работе с микроконтроллерами, цифровыми датчиками и инструментами разработки приложений с дополненной реальностью. Обучение в экспериментальной группе отличалось включением практико-ориентированных заданий и кейсов, разработанных совместно с представителями компаний НПО «Экосфера» и СПб ГБУ «ЦСЗПОМ “ВЕКТОР”», регулярной работой с технической документацией, а также представлением результатов в формате публичной защиты с демонстрацией разработанного прототипа. Обучение в контрольной группе строилось на основе традиционного методического обеспечения, включающего фронтальные объяснения, выполнение типовых заданий и отсутствие внешней экспертизы результатов.

На итоговом этапе проводилась повторная диагностика по тем же критериям и показателям. Сравнение данных контрольной и экспериментальной групп осуществлялось с использованием критерия Фишера (ϕ^*), что позволило выявить статистически значимые различия на уровне $p < 0,05$. Сводные данные, отражающие динамику изменений в экспериментальной группе между констатирующим и итоговым этапами опытно-экспериментальной работы, представлены в Таблице 3. Анализ значений критерия Фишера (ϕ^*) на уровне значимости $p < 0,05$ показывает превышение критического уровня по каждому из диагностируемых показателей, что свидетельствует о наличии устойчивых положительных сдвигов у участников экспериментальной группы.

Таблица 3.

Сравнение уровней сформированности критериев и показателей эффективности реализации в экспериментальной группе на констатирующем и итоговом этапах опытно-экспериментальной работы

Показатель	Констатирующий				Итоговый				Ф*
	Н	Б	В	СП,%	Н	Б	В	СП,%	
1. Мотивационно-ценностный критерий									
1.1. Мотивация к разработке приложений с дополненной реальностью	43	31	16	52,22	12	48	30	86,67	5,22
1.2. Отношение к применению дополненной реальности	51	26	13	43,33	8	31	55	91,11	7,37

МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

2. Теоретический критерий									
2.1. Понимание принципов работы дополненной реальности	49	25	16	45,56	13	32	45	85,56	5,90
2.2. Понимание роли информационно-коммуникационных технологий в разработке приложений с дополненной реальностью	40	34	16	55,56	11	33	46	87,78	5,00
3. Операционно-деятельностный критерий									
3.1. Умение проектировать пользовательское взаимодействие в приложениях с дополненной реальностью	45	25	20	50	16	30	44	82,22	4,70
3.2. Умение разрабатывать архитектуру приложения с дополненной реальностью и реализовывать ее	47	26	17	47,78	13	28	49	85,56	5,61
4. Рефлексивно-коррекционный критерий									
4.1. Умение анализировать функциональность и пользовательский опыт в приложениях с дополненной реальностью	41	24	25	54,44	9	32	49	90,00	5,62
4.2. Готовность к внесению обоснованных изменений в приложение с дополненной реальностью на основе анализа и обратной связи	48	26	16	46,67	12	54	24	86,67	5,97

Реализация учебного модуля в образовательной практике детского технопарка «Кванториум» подтвердила его эффективность: обучающиеся осваивали основы работы с микроконтроллерами и цифровыми платформами, создавали собственные проекты, объединяющие виртуальные и физические объекты (Ануфриенко, 2024). Разработанная система заданий, выстроенная по принципу «от идеи до прототипа», придавая учебному процессу практическую направленность и смысловую целостность, а также способствует раннему профессиональному самоопределению подростков в сфере информационных технологий.

Заключение

Проведенное исследование подтвердило педагогическую целесообразность и технологическую реализуемость обучения подростков разработке приложений с дополненной реальностью с использованием технологии Интернет вещей. Разработанная и апробированная модель обучения, включающая мотивационно-ценностный, теоретический, операционно-деятельностный и рефлексивно-коррекционный этапы, продемонстрировала устойчивую положительную динамику формирования показателей способности подростков к разработке приложений с дополненной реальностью.

Реализация модуля в образовательной практике детского технопарка «Кванториум» способствовала формированию у обучающихся цифровой компетентности и развитию навыков проектной деятельности. Практико-ориентированные задания, построенные по принципу «от идеи до прототипа», способствовали развитию самостоятельности, рефлексии и готовности к дальнейшему профессиональному развитию в сфере информационных технологий и креативных индустрий. Перспективы дальнейших исследований связаны с развитием методических подходов к проектированию новых сценариев применения дополненной реальности и технологии Интернет вещей в образовательной практике.

Список литературы

Ануфриенко Е.К., Бекузарова Н.В. Обзор существующих массовых открытых онлайн-курсов по технологии дополненной реальности // Преподаватель XXI век. 2022. №1(1). С. 159–167. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-1-159-167

- Ануфриенко Е.К., Использование кейс-метода в обучении подростков разработке приложений с дополненной реальностью // Наука и школа. 2024. №4. С. 212–221. DOI 10.31862/1819-463X-2024-4-212-221.
- Асмолов А.Г. Дополнительное персональное образование в эпоху перемен: сотрудничество, сотворчество, самотворение // Образовательная политика. 2014. № 2(64). С. 2–6.
- Асмолов А.Г. Педагогика достоинства: идеология дошкольного и дополнительного образования // Образовательная политика. 2014. № 3(65). С. 2–4.
- Атлас новых профессий. Каталог профессий. URL: <https://atlas100.ru/catalog/> (дата обращения: 13.11.2025).
- Вахрушева А.А. Опыт и перспективы применения Интернет вещей в навигации // Интернетэкспо Гео-Сибирь. 2017. № 2. С. 25–30.
- Гальчук А.А., Сергеев А.Н. Использование технологий Интернет вещей на уроках информатики в школе // Научный результат. Педагогика и психология образования. 2017. № 4(14). С. 3–10. DOI: 10.18413/2313-8971-2017-3-4-3-10
- Заславская О.Ю., Кириллов А.И. Новые возможности информатизации образования – «Интернет вещей» // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2017. Т.14. № 2. 140–147. DOI: 10.22363/2312-8631-2017-14-2-140-147.
- Зубков В.Г., Колтунов И.И., Акимов А.В. Лабораторные работы для дистанционного обучения студентов // Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров: материалы 77-й Международной научно-технической конференции ААИ. г. Москва, 2012. С. 47–59.
- Китайгородский М.Д. Интернет вещей в подготовке учителей технологии // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2019. № 12. С. 13–24. DOI: 10.24411/2304-120X-2019-11071.
- Куприяновский В.П., Намиот Д.Е., Дрожжинов В.И., Куприяновская Ю.В., Иванов М.О. Интернет Вещей на промышленных предприятиях // International Journal of Open Information Technologies. 2016. № 12. С. 69–77.
- Правительство Российской Федерации. Распоряжение от 31 марта 2022 г. № 678-р «О Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года». URL: https://media.caspian.agency/school_2739/documents/documents/O%20Концепции%20развития%20дополнительного%20образования%20детей%20до%202030%20года.pdf (дата обращения: 13.11.2025).
- Правительство Российской Федерации. Дорожная карта сквозной цифровой технологии «Виртуальная и дополненная реальность». URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019vrrar.pdf>

Информация об авторах

Смолянинова Ольга Георгиевна; доктор педагогических наук; академик РАО; профессор; Сибирский федеральный университет (Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, проспект Свободный, 79); E-mail: osmolyaninova@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0002-5597-6348;

Ануфриенко Евгений Константинович; аспирант; Сибирский федеральный университет (Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, проспект Свободный, 79); E-mail: angimn@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-7447-9198

**TEACHING TEENAGERS TO DEVELOP AUGMENTED REALITY
APPLICATIONS USING INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY**

Smolyaninova O. G.
Dr. Sci. (Pedagogy), Academician of the
Russian Academy of Sciences, Professor

Siberian Federal University,

Anufrienko E. K.
post-graduate student

Siberian Federal University,

Abstract. The article addresses the problem of insufficient motivation and limited opportunities for teenagers to master modern digital technologies within the system of supplementary education. To enhance learners' interest and develop their project-based skills, it is proposed to combine augmented reality and Internet of Things technologies in order to ensure the integration of virtual and physical environments. The use of these technologies enables meaningful interaction between digital and real-world objects, creating conditions for the development of digital competence as well as for early professional orientation of teenagers in the field of information technology. The purpose of the study is to provide a theoretical justification and experimental verification of an approach to teaching adolescents to develop augmented reality applications using Internet of Things technology. The structure of the developed educational module is presented, along with a system of learning tasks designed to ensure a gradual increase in the complexity of activities. The methodological basis of the study includes a systemic and comparative analysis of scientific and pedagogical sources, as well as an experimental study conducted at the children's technopark «Quantorium» (St. Petersburg) in 2022–2024 with the participation of 165 learners. The research procedure consisted of three stages: diagnostic, formative, and final; assessment was carried out according to motivational–value, theoretical, operational–activity, and reflective–corrective criteria. The results of the final assessment demonstrated statistically significant positive dynamics in the experimental group across all criteria, confirming the effectiveness of the developed module. It was noted that the task system based on the «from idea to prototype» principle contributes to the formation of skills in working with digital platforms and Internet of Things technologies, while also supporting learners' professional self-determination in the field of information technology. Prospects for further research are associated with designing next-generation educational modules and developing «smart» learning environments based on the integration of cross-cutting digital technologies.

Keywords: augmented reality, Internet of Things, digitalization of education, teenagers, learning technologies

For citation: Smolyaninova O. G., Anufrienko E. K. (2026). Teaching teenagers to develop augmented reality applications using Internet of Things technology. *Continuum. Maths. Computer Science. Education*, 2(42), 134–145. doi.org/10.24888/2500-1957-2026-2-134-145

Copyright: © O. G. Smolyaninova, E. K. Anufrienko (2025). Published by Bunin Yelets State University. Open access under the Creative Commons Attribution 4.0 License

References

- Anufrienko, E. K., Bekuzarova, N. V. (2022). An Overview of Existing Large-scale Open Online Courses on Augmented Reality Technology. *Prepodavatel XXI vek*, 1(1), 159-167. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-1-159-167 (In Russ., abstract in Eng.)
- Anufrienko, E. K. (2024). The use of case-study method in teaching teenagers app with augmented reality development. *Nauka i shkola*, 4, 212-221. DOI: 10.31862/1819-463X-2024-4-212-221
- Asmolov, A. G. (2014). Dopolnitel'noe personal'noe obrazovanie v epokhu peremen: sotrudnichestvo, sotvorchestvo, samotvorenienie. *Obrazovatel'naya politika*, 2(64), 2-6.
- Asmolov, A. G. (2014). Pedagogika dostoinstva: ideologiya doskol'nogo i dopolnitel'nogo obrazovaniya. *Obrazovatel'naya politika*, 3(65), 2-4.
- Atlas novykh professiy. Katalog professiy. Retrieved from <https://atlas100.ru/catalog/> (last viewed 13.11.2025).
- Gal'chuk, A. A., Sergeev, A. N. (2017). The use of Internet technologies of Things at the lessons of informatics at school. *Research result. Pedagogic and psychology of education*, 4(14), 3-10. DOI: 10.18413/2313-8971-2017-3-4-3-10 (In Russ., abstract in Eng.).
- Kitaygorodskiy, M. D. (2019). Internet veshchey v podgotovke uchiteley tekhnologii. *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept»*, 12, 13-24. DOI: 10.24411/2304-120X-2019-11071.
- Kupriyanovskiy, V. P., Namiot, D. E., Drozhzhinov, V. I., Kupriyanovskaya, Yu. V., Ivanov, M. O. (2016). Internet Veshchey na promyshlennyykh predpriyatiyakh. *International Journal of Open Information Technologies*, 12, 69-77.
- Pravitel'stvo Rossiyskoy Federatsii. Rasporyazhenie ot 31 marta 2022 g. № 678-r «O Kontseptsii razvitiya dopolnitel'nogo obrazovaniya detey do 2030 goda». Retrieved from https://media.caspian.agency/school_2739/documents/documents/O%20Kontseptsii%20razvitiya%20dopolnitel'nogo%20obrazovaniya%20detey%20do%202030%20goda.pdf
- Pravitel'stvo Rossiyskoy Federatsii. Dorozhnaya karta skvoznoy tsifrovoy tekhnologii «Virtual'naya i dopolnennaya real'nost'». Retrieved from <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019vrrar.pdf> (last viewed 13.11.2025).
- Vakhrusheva, A. A. (2017). Opyt i perspektivy primeneniya Internet veshchey v navigatsii. *Interekspo Geo-Sibir'*, 2, 25-30.
- Zaslavskaya, O. Yu., Kirillov, A. I. (2017). New features of education informatization – “Internet of things”. *RUDN Journal of Informatization Education*, 14 (2), 140-147. DOI: 10.22363/2312-8631-2017-14-2-140-147 (In Russ., abstract in Eng.).
- Zubkov, V. G., Koltunov, I. I., Akimov, A. V. (2012). Laboratornye raboty dlya distantsionnogo obucheniya studentov. Avtomobile- i traktorostroenie v Rossii: priority razvitiya i podgotovka kadrov: *materialy 77-y Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii AAI* (pp. 47-59). Moscow. (In Russ.).

Information about the authors

Olga G. Smolyaninova; Doctor of Pedagogical Sciences; Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor; Siberian Federal University (79 Svobodny Avenue, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation); E-mail: osmolyaninova@sfu-kras.ru; ORCID: 0000-0002-5597-6348;

Evgeniy K. Anufrienko; post-graduate student; Siberian Federal University (79 Svobodny Avenue, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation); E-mail: angimn@yandex.ru; ORCID: 0000-0001-7447-9198

Статья поступила в редакцию	12.11.2025
Принята к публикации	27.11.2025
Статья опубликована	19.06.2026