

RU

Технологии BYOD (“Bring Your Own Device”) в элективном курсе физики для инженерных классов

Баранов А. В., Петров Н. Ю.

Аннотация. Цель исследования - внедрение концепции и технологий BYOD (“Bring Your Own Device” - от англ. «принеси свое устройство») в организацию проектно-исследовательской деятельности школьников, обучающихся на элективном курсе физики технического университета для инженерных классов. В статье рассмотрены особенности организации техническим университетом элективного курса по физике для инженерных классов лицеев, описан процесс внедрения концепции и адаптированных технологий BYOD при организации проектно-исследовательской деятельности учащихся инженерных классов в рамках элективного курса по физике, представлена оценка результатов внедрения технологий BYOD в элективный курс физики для учащихся инженерных классов в Новосибирском государственном техническом университете. Научная новизна исследования заключается в разработке методики адаптации и применения технологий BYOD в организации проектно-исследовательской деятельности школьников инженерных классов при обучении на элективном курсе физики технического университета. Адаптированные мобильные технологии BYOD позволяют организовать процесс обучения, способствующий более эффективному освоению школьниками фундаментальных видов деятельности моделирования и экспериментирования. Одновременно с этим использование мобильных технологий формирует у школьников базовые составляющие информационной компетентности, служит источником приобретения и совершенствования цифровых навыков (Digital Skills). В результате доказано, что не только возможно, но и необходимо применять концепцию и технологии BYOD при организации проектно-исследовательской деятельности школьников в элективном курсе физики для инженерных классов. Собственные смартфоны и планшеты обучающихся характеризуются наборами различных датчиков и приложений. Поэтому мобильные устройства могут послужить основой для более разнообразной и эффективной проектно-исследовательской деятельности школьников в элективном курсе физики: использование электронных датчиков и мобильных приложений для выполнения и обработки измерений, создание видеоотчетов при конструировании установок и выполнении экспериментов, математическая обработка результатов экспериментов по видеозаписям, ведение электронных дневников, участие в видеоконференциях, подготовка и запись выступлений. Анализ результатов внедрения адаптированных технологий BYOD в элективный курс физики продемонстрировал существенное повышение интереса школьников к проектным исследованиям с использованием мобильных устройств. Зарегистрирована более эффективная организация собственной деятельности обучающихся и их командной работы. Отмечается достаточно быстрое освоение школьниками методов измерений, способов видеорегистрации и обработки результатов экспериментов с помощью мобильных устройств. Безусловно, использование технологий BYOD школьниками должно сопровождаться контролем за их работой с мобильными устройствами в рамках поставленных задач проектных исследований.

EN

BYOD (“Bring Your Own Device”) Technologies in Elective Physics Course for Engineering Classes

Baranov A. V., Petrov N. Y.

Abstract. The study aims to introduce the BYOD (“Bring Your Own Device”) concept and BYOD technologies into the organisation of design and research activities of schoolchildren attending an elective physics course of a technical university for engineering classes. The paper considers the features of organisation of an elective physics course for engineering classes of lyceums by a technical university, describes the process of implementing the BYOD concept and adapted BYOD technologies when organising design and research activities of students of engineering classes in an elective physics course, presents an assessment

of the results of introducing BYOD technologies in an elective physics course for students of engineering classes at Novosibirsk State Technical University. Scientific novelty of the study lies in developing a methodology for adapting and applying BYOD technologies in the organisation of design and research activities of students of engineering classes attending an elective physics course of a technical university. Adapted mobile BYOD technologies make it possible to organise the learning process that contributes to more effective mastery of fundamental activities of modelling and experimentation by schoolchildren. At the same time, the use of mobile technologies forms the basic components of information competence among schoolchildren, serves as a source of acquiring and improving digital skills. As a result, it has been proved that it is not only possible, but also necessary to apply the BYOD concept and BYOD technologies when organising schoolchildren's design and research activities in an elective physics course for engineering classes. Students' own smartphones and tablets are characterised as having sets of various sensors and applications. Therefore, mobile devices can serve as a basis for more diverse and effective design and research activities of schoolchildren in an elective physics course. This includes using electronic sensors and mobile applications to perform and process measurements, creating video reports when designing installations and conducting experiments, mathematical processing of experimental results on video recordings, keeping electronic diaries, participating in video conferences, preparing and recording performances. The analysis of the results of introducing adapted BYOD technologies into an elective physics course has demonstrated a significant increase in schoolchildren's interest in project research using mobile devices. A more effective organisation of students' own activities and teamwork has been registered. It is noted that schoolchildren master measurement methods, ways of video recording and processing of experimental results using mobile devices rather quickly. Undoubtedly, the use of BYOD technologies by schoolchildren should be accompanied by control over their work with mobile devices within the scope of the set tasks of project research.

Введение

С появлением и широким распространением мобильных устройств значительно вырос потенциал информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) во всех областях применения. Принятие концепции BYOD (от англ. Bring Your Own Device – «принеси свое устройство») послужило дополнительным импульсом для дальнейшего развития ИКТ с акцентом на мобильных приложениях (Ballagas, Rohs, Sheridan et al., 2004).

Педагогический дискурс не остался в стороне от современных тенденций развития ИКТ, связанных с концепцией BYOD. Анализ открывающихся новых возможностей привел к обсуждениям концепции, появлению заинтересованности в мобильных технологиях у педагогов и приобретению опыта внедрения BYOD в структуру образовательных процессов учебных заведений различного уровня (Зильберман, 2014; Любанец, 2017; Остапенко, 2017; Паскова, 2018; Шахнов, Зинченко, Резчикова и др., 2016; Afreen, 2014; Bruder, 2014; Cochrane, Antonczak, Keegan et al., 2014; Martin-Ramos, Susano, Pereira da Silva et al., 2017; McLean, 2016; Siani, 2017; Song, 2014; Tinmaz, Lee, 2019).

Одним из главных мотивов для внедрения технологий BYOD в образовательный процесс стало понимание педагогами очевидного факта: в школы и вузы XXI века приходит новое поколение обучающихся, уже владеющих беспроводными мобильными устройствами (Cochrane, Antonczak, Keegan et al., 2014). У большинства обучающихся имеются в распоряжении собственные мобильные цифровые устройства (смартфоны, планшеты, смартбуки, нетбуки, ноутбуки) с набором разнообразных приложений, которые могут использоваться во всех сферах жизни: как в учебных заведениях, так и вне их (Любанец, 2017).

При должной организации учебного процесса данный факт может и должен послужить основой дополнительной мотивации обучающихся и расширения дидактических приемов в обучении. В сфере образования важнейшим аргументом для применения концепции BYOD является изменение представлений обучающихся об инструментальном потенциале их электронных устройств и понимание открывающейся возможности пользоваться ими в процессе обучения, что долгое время было под запретом (Любанец, 2017). Сделать мобильные устройства привлекательными и действенными инструментами в процессе обучения является актуальной задачей для системы образования.

По мнению педагогов-исследователей, сегодня основной тезис концепции BYOD в организации образовательного процесса представляется так: педагоги и администрация учебных заведений не запрещают, а наоборот разрешают и мотивируют обучающихся на то, чтобы они приносили свои мобильные устройства для целевого использования на занятиях в качестве инструментов, повышающих эффективность усвоения знаний и освоения ряда компетенций (Остапенко, 2017).

Разумеется, есть и обратная сторона внедрения технологий BYOD. В педагогических исследованиях обозначены и классифицированы достоинства и недостатки такого внедрения, выявлены наиболее весомые аргументы «за» и «против» (Любанец, 2017; Bruder, 2014). Как показывают исследования, при использовании технологий BYOD в образовании могут возникать проблемы различного характера: педагогические (развлечения вместо работы, неготовность преподавателей к принятию новых технологий), технические (ограничения ресурсов передачи информации и доступных мобильных приложений), физиологические (влияние излучения мобильных устройств на зрение) и социальные (разные финансовые возможности и различный уровень мобильных устройств у обучающихся) (Любанец, 2017; Bruder, 2014). Очевидно, данные проблемы могут усугубляться при использовании мобильных устройств в школьном образовании.

Для апробации внедрения концепции и технологий BYOD в образовательную практику школьников перспективным направлением является система элективных курсов, организуемых для инженерных классов лицеев в технических университетах. При обучении на элективных курсах инженерной направленности весьма значимым является освоение школьниками информационных и инструментальных возможностей, предоставляемых для проведения исследований современными ИКТ, включая мобильные устройства. Использование при обучении технологий BYOD позволит расширить эти возможности и усилить мотивацию школьников к образовательной деятельности на элективных курсах. В этой связи тема нашего исследования представляется актуальной.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи исследования:

- рассмотреть особенности организации техническим университетом элективного курса по физике для инженерных классов;
- описать процесс внедрения концепции и технологий BYOD при организации проектно-исследовательской деятельности учащихся инженерных классов в рамках элективного курса по физике;
- оценить результаты внедрения технологий BYOD в элективный курс физики для учащихся инженерных классов в Новосибирском государственном техническом университете.

Теоретической базой исследования послужили работы А. О. Карпова (2012), А. В. Леонтовича (2003), А. С. Обухова (2006), А. Н. Поддякова (2002), Е. А. Румбешты (2018), посвященные теории и методикам организации проектно-исследовательской деятельности школьников, концепция научного метода познания в обучении школьников физике (Разумовский, Майер, 2004), современные представления об экспериментировании и моделировании как коллективной познавательной деятельности (Разумовский, Сауров, Синенко, 2013; Сауров, Коханов, 2014), работы И. В. Роберт (2007) и В. В. Гриншкунa (2018) по теории и методике информатизации образования.

Методы исследования включали: анализ современной психолого-педагогической литературы; опросы (анкетирование, беседа), направленные на изучение мнения педагогов о возможности применения технологий BYOD в элективном курсе физики для школьников; наблюдения за изменениями в степени мотивации и характере проектно-исследовательской деятельности обучающихся при использовании технологий BYOD.

Практическая значимость исследования заключается в том, что результаты внедрения концепции и технологий BYOD в проектно-исследовательскую деятельность школьников могут быть использованы при организации в университетах элективных курсов естественно-научной и инженерной направленности. Материалы исследования также могут найти применение при разработке педагогами программ, ориентированных на развитие информационной компетенции и цифровых навыков школьников при освоении учебных дисциплин естественно-научного цикла (физика, химия, биология).

Основная часть

Особенности организации техническим университетом элективного курса по физике для инженерных классов

Процесс организации элективных курсов для школьников при университетах во многом связан с Национальной образовательной инициативой «Наша новая школа» (утв. Президентом РФ от 4 февраля 2010 г. № Пр-271). В частности, благодаря этой инициативе стала оказываться финансовая поддержка обучению школьников *специализированных классов инженерного профиля* на элективных курсах при *технических университетах*. В настоящее время развитие инженерно-технического творчества школьников позиционируется как важнейший государственный приоритет, определяющий успешность реализации перспективы опережающего технологического развития России.

В Новосибирском государственном техническом университете НЭТИ (НГТУ НЭТИ) при Центре довузовского образования авторами организован *элективный курс физики* для учащихся инженерных классов лицеев. Основные занятия на элективном курсе проводятся в двух специализированных аудиториях университета – лаборатории физического эксперимента и лаборатории компьютерного моделирования. Первая оснащена оборудованием для подготовки и проведения экспериментов школьниками (ноутбуки, генераторы, осциллографы, измерительные приборы и т.п.), а также инструментами, позволяющими конструировать экспериментальные установки. Во второй лаборатории находится мультимедийное оборудование, стационарный компьютер (рабочее место преподавателя) и ноутбуки (рабочие места школьников). Компьютер и ноутбуки подключены к университетской сети и позволяют осуществлять выход в Интернет. Наличие видеокамер и ноутбуков в лабораториях делает возможным проведение занятий и видеоконференций со школьниками в дистанционном формате.

Основной дидактической целью, стоящей перед элективным курсом физики, является обучение школьников двум видам деятельности – *моделированию* и *экспериментированию*. В современной дидактике оба вида деятельности позиционируются как *фундаментальные* (Разумовский, Сауров, Синенко, 2013; Сауров, Коханов, 2014), лежащие в основе исследовательской деятельности, способов решения научных и инженерных задач.

Достижение поставленной цели осуществляется путем организации *командной проектно-исследовательской деятельности* школьников, носящей межпредметный характер (физика, математика, информатика).

В рамках элективного курса физики для инженерных классов обучение происходит *в контексте научного метода познания* (Баранов, 2014; Баранов, Петров, 2020), являющегося методологическим основанием для исследовательской деятельности. За основу методики организации курса принята *дидактическая модель обучения* школьников научному методу с опорой на циклическую схему (по В. Г. Разумовскому): «...факты реальности – модель – предсказания модели – эксперимент» (Разумовский, Майер, 2004).

В соответствии с принятой дидактической моделью выделяются три составляющие и соответствующие им три этапа проектно-исследовательской деятельности команд школьников:

1. Выявление и постановка проблемы, выдвижение гипотез, формулировка концептуальных и математических моделей физических процессов, выполнение оценок и проведение вычислительных модельных экспериментов.

2. Планирование физического эксперимента, проектирование и создание установок для проведения исследований.

3. Проведение экспериментов на сконструированных установках, анализ результатов и выдвижение гипотез, корректировка используемых моделей и планирование дальнейших исследований.

Обучение школьников на элективном курсе происходит, начиная с 7 и по 11 (включительно) классы, в соответствии с разработанной авторами и утвержденной кафедрой общей физики НГТУ НЭТИ программой. Содержание организуемой проектно-исследовательской деятельности в целом коррелирует с содержанием школьной программы по физике, но предполагает и самостоятельное знакомство обучающихся с более широким спектром задач, требующих проведения исследований. Постановка таких задач определяется выявлением совместно со школьниками проблем, связанных с необходимостью анализа физических систем и процессов, математического и натурального моделирования, конструирования экспериментальных установок и выполнения экспериментов.

Уровень и сложность подлежащих решению задач возрастают по мере накопления обучающимися опыта проектно-исследовательской деятельности. Одновременно растет уровень реализации процессов моделирования и экспериментирования при разработке установок и проведении экспериментов командами школьников, расширяется спектр используемого оборудования, методов регистрации, способов измерений и обработки результатов экспериментов.

Результаты проектно-исследовательской деятельности представляются командами обучающихся в форме докладов на занятиях элективного курса, на школьных конференциях и на ежегодно проводимой в НГТУ НЭТИ научно-практической конференции школьников «Будущее Сибири: техника и технологии». Наиболее инициативные и результативные команды выступают с докладами на ежегодной Международной научной конференции школьников «Сахаровские чтения» (Санкт-Петербург, Академический лицей «Физико-техническая школа» имени Ж. И. Алфёрова).

***Внедрение концепции и технологий BYOD
при организации проектно-исследовательской деятельности учащихся инженерных классов
в рамках элективного курса по физике***

В процессе обучения на элективном курсе физики школьники приобретают различные навыки (Hard Skills и Soft Skills), способствующие их продвижению по пути формирования интереса к инженерной деятельности и инженерным специальностям. При этом особую роль играют цифровые навыки (Digital Skills), во многом определяющие эффективность современной науки и инженерии. Для обучающихся на элективном курсе физики к приобретаемым цифровым навыкам относятся:

- использование клавиатуры и сенсорного экрана для управления цифровыми устройствами;
- загрузка на цифровые устройства необходимых программных приложений;
- выполнение набора базовых онлайн-операций: поиск и обмен информацией в цифровой среде Интернета, работа с электронной почтой, заполнение электронных форм;
- применение цифровых видеокамер для регистрации, сохранения и передачи изображений;
- выполнение математических расчетов средствами MS Excel и Mathcad;
- использование редактора формул для формирования математических выражений в отчетах и презентациях;
- создание документов в MS Word;
- создания презентаций в MS Power Point.

В процессе освоения цифровых навыков практически все необходимые операции могут быть реализованы обучающимися с применением различных мобильных устройств (смартфоны, планшеты, смартбуки, нетбуки, ноутбуки). Поскольку мобильные устройства пользуются неизменным интересом у школьников, то внедрение в элективный курс физики концепции и технологий BYOD должно способствовать росту мотивации и эффективности освоения цифровых навыков обучающимися на элективном курсе физики для инженерных классов.

Наличие собственных смартфонов практически у всех обучающихся на элективном курсе физики, анализ цифровых инструментов смартфонов (Баданов, Баданова, 2016), знакомство с практикой цифровых лабораторий (Лозовенко, 2013) и применением мобильных устройств в обучении (Баранов, Петров, 2022; Перман, 2020; Hochberg, Becker, Louis et al., 2020; Kuhn, Vogt, 2013; Martin-Ramos, Susano, Pereira da Silva et al., 2017; Mazzella, Testa, 2016) позволили авторам принять на вооружение концепцию и технологии BYOD (на базе смартфонов), расширив и адаптировав последние к целям и задачам, решаемым на элективном курсе физики для инженерных классов. Обучающимся на элективном курсе предоставляется возможность использовать собственные мобильные устройства для более эффективной организации проектно-исследовательской деятельности и повышения уровня цифровых навыков.

На основе принятия концепции и адаптации технологий BYOD авторами разработана методика, адаптированы и внедрены в элективный курс физики следующие технологии, реализуемые школьниками с применением смартфонов:

- 1) Использование в экспериментах электронных датчиков и мобильных приложений, устанавливаемых на смартфонах.
- 2) Создание с помощью цифровых камер видео- и фотоотчетов процесса инженерно-конструкторской разработки экспериментальных установок и выполнения физических экспериментов.
- 3) Математическая обработка результатов экспериментов по видеозаписям.
- 4) Разработка программных приложений для смартфонов с целью автоматизации управления физическим экспериментом.
- 5) Обмен информацией между членами команд, разными командами, командами и преподавателями с использованием приложений WhatsApp, TrueConf, Zoom, DiSpace.
- 6) Ведение электронного дневника командной работы.
- 7) Подготовка отчетов.
- 8) Запись презентаций и выступлений по результатам проектно- исследовательской деятельности.
- 9) Участие в видеоконференциях, в частности, дистанционно проводимых преподавателями на элективном курсе.

На занятиях в лабораториях работа школьников со смартфонами регламентируется, организуется и контролируется преподавателями. В основном работа в лабораториях ограничивается видеосъемками процессов конструирования установок и выполнения физических экспериментов, применением встроенных датчиков и мобильных приложений, проведении простейших математических расчетов, поиском требуемой для проведения исследований информации.

В домашних условиях вышеперечисленные способы работы школьников со смартфонами дополняются обменом информацией по проектно-исследовательской деятельности команд с использованием возможностей мессенджера WhatsApp и участием в видеоконференциях с использованием приложений TrueConf, Zoom, DiSpace (программная разработка НГТУ НЭТИ). Данные мобильные технологии, в частности, позволяют преподавателям проводить консультации и контролировать проектно-исследовательскую деятельность команд школьников в дистанционном режиме.

Результаты внедрения технологий BYOD в элективный курс физики для учащихся инженерных классов в Новосибирском государственном техническом университете

Наблюдение за проектно-исследовательской деятельностью обучающихся, анкетирование школьников, анализ результатов внедрения адаптированных технологий BYOD (на основе смартфонов) в элективный курс физики для учащихся инженерных классов в НГТУ НЭТИ продемонстрировали следующие позитивные изменения в характере деятельности обучающихся и их отношении к выполняемым проектным исследованиям:

1. Школьники с энтузиазмом восприняли концепцию и предлагаемые адаптированные технологии BYOD с реализацией на смартфонах.
2. Мобильные устройства стали восприниматься школьниками как инструменты, позволяющие более эффективно организовать свою проектно-исследовательскую деятельность, наглядно представлять её результаты и осуществлять необходимые коммуникации.
3. Вырос интерес обучающихся к проектно-исследовательской деятельности, командному способу выполнения проектов и проведению исследований с использованием мобильных устройств.
4. Повысилось качество подготовки, выполнения, обработки и представления результатов проектных исследований.
5. Наличие собственных мобильных устройств и используемых технологий позволило школьникам конструировать установки и выполнять эксперименты как в специализированных лабораториях НГТУ НЭТИ, так и в домашних условиях.
6. Использование установленных на мобильных устройствах школьников и преподавателей приложений WhatsApp и TrueConf повысило уровень управления и контроля преподавателями процесса работы команд при выполнении проектных исследований.
7. Обучающиеся на элективном курсе получили опыт представления и обсуждения результатов своих проектных исследований в дистанционном формате.
8. Зафиксировано значительное возрастание у обучающихся уровня информационной компетентности и совершенствование цифровых навыков (Digital Skills).

Уже при выполнении проектных исследований командами 7 и 8 классов смартфоны служат в качестве средства видеорегистрации проводимых физических экспериментов, выполнения и обработки результатов измерений (расчеты, построение графиков и диаграмм). Например, цифровые видеокамеры смартфонов используются школьниками для определения траекторий и скорости движения тел путем покадровой обработки видео (баллистическое движение теннисного мяча, движение модели автомобиля по наклонной плоскости, вращательное движение велосипедного колеса и т.п.).

В старших классах команды школьников не только используют видеосъемку, доступные датчики смартфона и готовые мобильные приложения, но и сами начинают создавать программные приложения с целью организации работы с датчиками по определенному алгоритму под управлением смартфона. При этом работа смартфона и датчиков в отдельных проектных исследованиях дополняется средствами электронной платформы Arduino,

существенно расширяющей возможности автоматизации проведения физических экспериментов (Петин, 2015). Например, с использованием разработанных программных приложений командами старшеклассников были выполнены следующие исследовательские проекты: «Автономная система навигации движения объекта на основе смартфона», «Мобильный тангенс-гальванометр на основе смартфона», «Левитация в ультразвуковой волне под управлением смартфона и Arduino».

Наряду с позитивными результатами выявлен и очевидный негативный момент, связанный с внедрением технологий BYOD, – нецелевое использование смартфонов обучающимися на занятиях. Как правило, данный факт обнаруживается на начальных стадиях обучения (7 класс). Процесс может быть сведен к минимуму только путем тщательного планирования деятельности обучающихся и контроля этой деятельности преподавателями на каждом занятии элективного курса в лабораториях университета.

Анализ результатов внедрения технологий BYOD в элективный курс физики для инженерных классов в НГТУ НЭТИ позволяет сделать вывод не только о возможности, но и о целесообразности принятия концепции и адаптированных технологий BYOD при создании в университетах элективных курсов естественно-научной и инженерной направленности, в основе которых лежит организация проектно-исследовательской деятельности школьников специализированных классов.

Заключение

Рассмотрены особенности организации техническим университетом элективного курса по физике для инженерных классов. Основной дидактической целью, стоящей перед элективным курсом, является обучение школьников двум видам фундаментальной деятельности – моделированию и экспериментированию. Достижение поставленной цели осуществляется путем организации командной проектно-исследовательской деятельности школьников, носящей межпредметный характер (физика, математика, информатика).

При обучении на элективном курсе физики особую роль играют цифровые навыки (Digital Skills), во многом определяющие эффективность реализации проектных исследований. Анализ отечественных и зарубежных публикаций, посвященных применению современных ИКТ в образовании, привел к выводу о возможности использования концепции и технологий BYOD в организации проектно-исследовательской деятельности школьников на элективном курсе физики для инженерных классов. Разработана и описана методика адаптации и внедрения мобильных технологий BYOD на базе смартфонов в элективный курс физики для инженерных классов. Мобильные цифровые технологии позволяют организовать процесс обучения, способствующий более эффективному освоению фундаментальных видов деятельности моделирования и экспериментирования, формирующий базовые составляющие информационной компетентности, служащий источником приобретения и совершенствования цифровых навыков (Digital Skills).

Анализ результатов внедрения технологий BYOD в элективный курс физики для учащихся инженерных классов в Новосибирском государственном техническом университете позволил сделать вывод не только о возможности, но и о целесообразности принятия концепции и адаптации технологий BYOD при создании в университетах элективных курсов естественно-научной и инженерной направленности.

Школьники с энтузиазмом восприняли концепцию и предлагаемые технологии. С внедрением технологий выполнения экспериментов с использованием датчиков и видеокamer смартфонов значительно вырос интерес обучающихся к проектным исследованиям. Мобильные устройства позволяют более разнообразно и эффективно организовать деятельность команд школьников в процессе выполнения исследовательских проектов: видеодоклады при конструировании установок и выполнении экспериментов; использование электронных датчиков, мобильных приложений, видеозаписей для обработки экспериментальных данных; участие в дистанционных видеоконференциях; видеозаписи собственных презентаций и выступлений; обмен информацией. Применение адаптированных технологий BYOD позволяет школьникам более интересно и продуктивно организовать как собственную деятельность, так и командную работу на элективном курсе физики.

Перспективы дальнейшего исследования проблемы внедрения концепции BYOD в элективный курс физики для инженерных классов мы видим в разработке методики поэтапного обучения школьников моделированию и экспериментированию с использованием сочетания адаптированных мобильных технологий BYOD и цифровых технологий управления экспериментом на основе аппаратно-программных средств платформы Arduino.

Источники | References

1. Баданов А. Г., Баданова Н. М. Мобильные инструменты смартфона // Школьные технологии. 2016. № 1.
2. Баранов А. В. Обучение школьников компьютерному моделированию физических процессов в контексте метода научного познания // Дистанционное и виртуальное обучение. 2014. № 7 (85).
3. Баранов А. В., Петров Н. Ю. Моделирование и проектно-исследовательская деятельность школьников в элективном курсе физики технического университета // От учебного проекта к исследованиям и разработкам: сборник трудов Международной конференции по исследовательскому образованию школьников ICRES'2020 (г. Москва, 23-26 марта 2020 г.). М.: НТА АПФН, 2020.

4. Баранов А. В., Петров Н. Ю. Смартфон в физических экспериментах школьников // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти: материалы Международной научно-методической конференции (г. Томск, 27-28 января 2022 г.). Томск: Изд-во ТУСУРа, 2022.
5. Гриншкун В. В. Проблемы и пути эффективного использования технологий информатизации в образовании // Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогическое образование. 2018. № 2.
6. Зильберман М. А. Использование мобильных технологий (технологии BYOD) в образовательном процессе // Дидактика XXI века: инновационные аспекты использования ИКТ в образовании: материалы Международной научно-практической заочной конференции (19 мая 2014 г.): в 2-х ч. Самара: ПГСГА, 2014. Ч. 2.
7. Карпов А. О. Метод научных исследований vs метод проектов // Педагогика. 2012. № 7.
8. Леонтович А. В. Об основных понятиях концепции развития исследовательской и проектной деятельности учащихся // Исследовательская работа школьников. 2003. № 4.
9. Лозовенко С. В. Цифровые лаборатории в исследовательской работе учащихся по физике // Физика в школе. 2013. № 3.
10. Любанец И. И. Использование BYOD-технологии в образовательном процессе // Вестник Донецкого педагогического института. 2017. № 3.
11. Обухов А. С. Развитие исследовательской деятельности учащихся. М., 2006.
12. Остапенко Р. И. Преподавание дисциплин информационного цикла с помощью BYOD // Перспективы науки и образования. 2017. № 5 (29).
13. Паскова А. А. Мобильное обучение в высшем образовании: технологии BYOD // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2018. № 4.
14. Перман М. В. Использование смартфона в опытах по физике // Ratio et Natura. 2020. № 2.
15. Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. Изд-е 2-е. СПб.: БХВ-Петербург, 2015.
16. Подьяков А. Н. Исследовательское поведение, интеллект, творчество // Исследовательская работа школьников. 2002. № 2.
17. Разумовский В. Г., Майер В. В. Физика в школе. Научный метод познания и обучение. М.: ВЛАДОС, 2004.
18. Разумовский В. Г., Сауров Ю. А., Синенко В. Я. Деятельность моделирования как фундаментальная учебная деятельность // Сибирский учитель. 2013. № 2 (87).
19. Роберт И. В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). М., 2007.
20. Румбешта Е. А. Современные технологии в обучении физике: учебно-методическое пособие. Томск: Изд-во ТГПУ, 2018.
21. Сауров Ю. А., Коханов К. А. Экспериментирование и моделирование как коллективная познавательная деятельность в обучении физике // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. 2014. № 5.
22. Шахнов В. А., Зинченко Л. А., Резчикова Е. В. и др. Особенности тенденции BYOD в инженерном образовании // Образовательные технологии и общество. 2016. Т. 19. № 4.
23. Afreen R. Bring your own device (BYOD) in higher education: Opportunities and challenges // International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science. 2014. Vol. 3. № 1.
24. Ballagas R., Rohs M., Sheridan J. G. et al. BYOD: Bring your own device // Proceedings of the Workshop on Ubiquitous Display Environments at the Sixth International Conference on Ubiquitous Computing (Nottingham, September 7-10, 2004). Nottingham, 2004.
25. Bruder P. Gadgets Go to School: The Benefits and Risks of BYOD (Bring Your Own Device) // Education Digest. 2014. Vol. 80. № 3.
26. Cochrane T., Antonczak L., Keegan H. et al. Riding the wave of BYOD: Developing a framework for creative pedagogies // Research in Learning Technology. 2014. Vol. 22. Issue 1.
27. Hochberg K., Becker S., Louis M., et al. Using Smartphones as Experimental Tools - a Follow-up: Cognitive Effects by Video Analysis and Reduction of Cognitive Load by Multiple Representations // Journal of Science Education and Technology 2020. Vol. 29. Issue 3.
28. Kuhn J., Vogt P. Applications and Examples of Experiments with Mobile Phones and Smartphones in Physics Lessons // Frontiers in Sensors. 2013. Vol. 1. Issue 4.
29. Martin-Ramos P., Susano M., Pereira da Silva P. S., et al. BYOD for Physics Lab: Studying Newton's Law of Cooling with a Smartphone // TEEM 2017: Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (Cádiz, October 18-20, 2017). N. Y.: Association for Computing Machinery, 2017.
30. Mazzella A., Testa I. An investigation into the effectiveness of smartphone experiments on students' conceptual knowledge about acceleration // Physics Education. 2016. № 51 (5).
31. McLean K. J. The implementation of bring your own device (BYOD) in primary (elementary) schools // Frontiers in Psychology. 2016. № 7.
32. Siani A. BYOD strategies in higher education: Current knowledge, students' perspectives, and challenges // New Directions in the Teaching of Physical Sciences. 2017. Vol. 12. Issue 1.
33. Song Y. "Bring Your Own Device (BYOD)" for seamless science inquiry in a primary school // Computers & Education. 2014. № 74.
34. Tinmaz H., Lee J. H. A Perceptual Analysis of BYOD (Bring Your Own Device) for Educational or Workplace Implementation in a South Korean Case // Participatory Educational Research. 2019. Vol. 6 (2).

Информация об авторах | Author information

RU

Баранов Александр Викторович¹, к. физ.-мат. н., доц.
Петров Никита Юрьевич²

^{1,2} Новосибирский государственный технический университет НЭТИ

EN

Baranov Alexander Viktorovich¹, PhD
Petrov Nikita Yurievich²

^{1,2} Novosibirsk State Technical University NETI

¹ baranov@corp.nstu.ru, ² n.petrov@corp.nstu.ru

Информация о статье | About this article

Дата поступления рукописи (received): 28.04.2022; опубликовано (published): 25.07.2022.

Ключевые слова (keywords): технология BYOD; инженерный класс; элективный курс физики; проектно-исследовательская деятельность школьников; адаптированные обучающие мобильные технологии; BYOD technology; engineering class; elective physics course; design and research activities of schoolchildren; adapted learning mobile technologies.