

Особенности тенденции BYOD в инженерном образовании

Шахнов Вадим Анатольевич

член-корр. РАН, профессор, д.т.н., заведующий кафедрой «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры»

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1, г. Москва, 105005, (499) 263-65-52

shakhnov@mail.ru

Зинченко Людмила Анатольевна

профессор, д.т.н., профессор кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры»

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1, г. Москва, 105005, (499) 263-62-26

lyudmillaa@mail.ru

Резчикова Елена Викентьевна

доцент, к.т.н., доцент кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры»

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1, г. Москва, 105005, (499) 263-62-26

rezc-elena@yandex.ru

Глушко Андрей Александрович

к.т.н., доцент кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры»

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1, г. Москва, 105005, (499) 263-62-26

andrei19386@mail.ru

Сергеева Наталья Алексеевна

ассистент кафедры «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры»

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1, г. Москва, 105005, (499) 263-62-26

snataliaa@yandex.ru

Аннотация

В статье рассматриваются особенности тенденции BYOD в инженерном образовании. Обобщаются результаты исследований различных аспектов тенденции BYOD в крупнейшем техническом университете России. Формулируются выводы о перспективах внедрения и развития BYOD в инженерном образовании.

In the paper the features of the BYOD trend in engineering education are considered. Research results on various aspects of BYOD in the largest technical university of Russia are summarized. Conclusions on the prospects of BYOD implementation and development in engineering education are drawn.

Ключевые слова

BYOD, инженерное образование, МГТУ им. Н.Э. Баумана;

Введение

Тенденция BYOD (Bring-Your-Own-Device, «принеси свое собственное устройство») зародилась в бизнес-сообществе [1]. В 2009 году сотрудники компании Intel начали использовать в работе свои личные устройства. Позже эта тенденция распространилась и на другие организации, включая государственные учреждения. В настоящее время в среднем 50 % сотрудников используют в своей работе собственные устройства и 60 % компаний поддерживают концепцию BYOD [2, 3]. Бум, связанный с распространением концепции BYOD, вносит изменения в тенденции современного рынка телекоммуникаций. В основном благодаря именно распространению идеи BYOD продолжает активно расти рынок WLAN. Предполагается, что в ближайшие годы 80 % корпоративных локальных сетей потребуют существенной модернизации, т.к. они не смогут обеспечивать необходимое для реализации концепции BYOD количество точек беспроводного доступа.

В [1] отмечается, что преимуществом внедрения BYOD является увеличение производительности труда сотрудников, повышение комфортности рабочей среды, а также более высокая степень инновационной активности. Сотрудники американских компаний экономят в среднем от 45 до 81 минуты в неделю [3, 4], используя свои личные устройства. 78 % сотрудников считает, что использование личных устройств помогает им гармонично сочетать профессиональную деятельность и личную жизнь.

В настоящее время тенденции BYOD начали проникать и в образовательные организации. Необходимо отметить, что практика использования собственных устройств в учебном процессе распространяется не так быстро, как в бизнес-сообществе. Но, тем не менее, с проникновением тенденций BYOD в систему высшего образования появилась необходимость внесения изменений в образовательный процесс.

Современная бизнес-среда России нуждается в большем количестве сотрудников, подготовленных в области информационных технологий. Однако ведущие технические ВУЗы России продолжают использовать в образовательном процессе привычную модель обучения с традиционными лекционными занятиями, лабораторными работами в компьютерных классах, с предустановленным программным обеспечением. Такая модель ограничивает возможности развития у студентов навыков, полезных для их будущей инженерной деятельности.

В статье анализируются различные подходы к успешному применению явления BYOD в инженерном образовании и обсуждаются вопросы практического внедрения этих подходов в образовательный процесс. Объектом для изучения и решения поставленных задач был выбран Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана) – крупнейший технический ВУЗ России. Были проанализированы тенденции развития явления BYOD в МГТУ им. Н.Э. Баумана, детально представлены различные подходы к вопросу управления BYOD и обобщен уже имеющийся у авторов опыт работы.

Тенденция BYOD и инновации в области педагогики

В [5] высказывается мнение, что образование не отстает от технологий. Изменения в технологиях влекут за собой изменения в сфере образования. Эпоха цифровых технологий привносит в образовательный процесс новые подходы.

В отчете Открытого Университета Великобритании выделяется 10 основных нововведений, которые способны вызвать глобальные перемены в образовании [6]:

1. *Массовое открытое социальное обучение.* Это нововведение с очень высокой потенциальной значимостью. Сетевая система обучения дает возможность людям учиться друг у друга. Ожидается, что это новшество изменит нашу систему образования в течение последующих нескольких лет.

2. *Программы обучения, основанные на анализе данных.* Это нововведение также обладает очень высокой потенциальной значимостью. Онлайн-обучение позволяет собирать статистические данные об успеваемости студентов и анализировать их. Эти данные могут быть использованы для создания новых учебных курсов.

3. *Модель «перевернутого» класса (flipped learning)* является совершенно новой моделью организации учебного процесса. В соответствии с этой моделью учебный процесс объединяет два основных компонента: самостоятельное изучение теоретической части в соответствии с методическими рекомендациями преподавателя и дальнейшее интерактивное очное обсуждение с преподавателем в классе изученного материала. Эффективность этого подхода объясняется тем, что время непосредственного общения с преподавателем рациональнее использовать для важных тематических дискуссий.

4. *Тенденция BYOD* изменяет персональную среду обучения. Традиционная среда обучения расширяется за счет социальных сетей и открытых образовательных ресурсов. Появляется уникальная возможность сочетать в образовательной практике очное обучение в классах с заочным.

В отчете [6] содержатся выводы о том, что тенденции BYOD меняют схему взаимоотношений между педагогами и студентами. У преподавателей вместо их прежней роли источника информации и знаний появляется новая роль – администратора студентов, имеющих доступ к сетевым ресурсам.

В [6] определены 4 модели практической реализации концепции BYOD, охватывающие все возможные варианты:

Модель 1. Множество возможных для использования собственных устройств ограничено только одной моделью. Такая регламентация является полезной для преподавателей и может упростить организацию процесса обучения. При этом следует отметить, что выбранная модель схожа со стандартной учебной моделью, используемой в компьютерных классах.

Модель 2. Все предполагаемые к использованию собственные устройства должны отвечать ряду заранее установленных технических требований. Эта модель является более гибкой по сравнению с первой моделью.

Модель 3. К предполагаемым для использования собственным устройствам выдвигается ряд специальных требований по установленному на них программному обеспечению, приложениям и т.д. Таким образом, некоторые ограничения на используемые устройства все же имеются, но они более мягкие, чем в предыдущих моделях.

Модель 4. Использование собственных беспроводных устройств не ограничивается никакими требованиями, за исключением единственного требования к устройству – возможности выхода в Интернет. Эта модель реализации концепции BYOD наиболее гибкая, но для ее воплощения на практике необходимо наличие высокоскоростных локальных сетей с большим количеством точек беспроводного доступа.

5. *Метаобучение.* Это новое направление, в соответствии с которым неотъемлемой составляющей процесса обучения становится личностный рост обучаемого. В сравнении с рассмотренными выше новациями влияние этого нововведения на современную систему образования оценивается как среднее, но оно

играет очень важную роль в успешной реализации идеи непрерывного образования человека.

6. *Динамическое оценивание* подразумевает смещение фокуса при оценивании студентов. В этом подходе оцениваются не достигнутые студентами результаты, а их потенциал к обучению. При таком подходе взаимоотношения между оценивающим знанием преподавателем и студентом перестают быть нейтральными: теперь преподаватель помогает студенту преодолевать трудности.

7. *Событийное образование*. Идея этого подхода базируется на особенности человеческого мозга запоминать надолго выдающиеся события и быстро забывать ничем не примечательные ситуации. Для увеличения эффективности образовательного процесса в программу обучения включается посещение конференций, выставок и т.п.

8. *Обучение через сказительство*. Саги, притчи, басни, сказки на протяжении многих веков использовались в качестве педагогического инструмента. Это нововведение относится к разделу вербальной педагогики, возможности которой сегодня могут быть расширены с помощью средств виртуальной реальности. Необходимо отметить, что этот прием больше подходит для школ, а не для высших учебных заведений.

9. *Концепция порогового знания* основана на проведении аналогий. Эта концепция открывает возможность по-новому взглянуть на изучаемую проблему. Ее использование в образовательной практике помогает поддержать диалог между студентами и преподавателями, повышая эффективность обучения.

10. *Бриколлаж*. Эта методика основана на проведении творческих занятий с использованием различных материалов. Дети, при обучении которых в юном возрасте использовался прием бриколлажа, во взрослом возрасте чаще обладают повышенным творческим потенциалом. Эта методика также больше подходит для применения в школах.

В [7] рассмотрено несколько подходов к вопросу организации дистанционного образования. Первый подход основан на использовании универсального контента мобильного обучения, не привязанного к конкретному мобильному устройству и способного преодолевать особенности различных образовательных платформ. Другой подход основан на кроссплатформенном сервисе. Однако не рассмотрены особенности внедрения BYOD в систему инженерного образования.

Концепция BYOD и инженерное образование

Система инженерного образования всегда открыта для инноваций [8, 9]. Концепция BYOD делает доступными новые возможности в преподавании и в обучении. С увеличением числа собственных устройств у студентов снижается уровень использования оборудования, предоставляемого учебными заведениями. При этом введение запрета на использование студентами собственных устройств может отрицательно сказаться на их будущей карьере, а также на возможности их успешной интеграции и последующей эффективной работы в современной бизнес-среде.

По мнению авторов, можно выделить 4 основных подхода к управлению образовательным процессом в условиях распространения тенденции BYOD.

Первый подход заключается в запрете на использование собственных устройств как преподавателями, так и обучающимися. Этот подход не требует внесения каких-либо изменений в методику преподавания, политику доступа к сети учебного заведения и т.д. Некоторые представители профессорско-преподавательского состава поддерживают такой подход к организации

образовательного процесса. Но очевидным является то, что этот подход не эффективен для системы инженерного образования и будущей карьеры выпускников.

Второй подход требует внесения изменений в телекоммуникационную сеть учебного заведения с целью обеспечения стабильной и правильной работы всего множества личных устройств, используемых в образовательном процессе. В этом случае программное обеспечение, задействованное в образовательном процессе, должно поддерживаться всеми возможными операционными системами. Преподаватели могут управлять набором допустимых устройств, подбирая предпочтительную модель реализации концепции BYOD из перечисленных выше. Но в любом случае для всех моделей при этом подходе необходимо внесение изменений в учебный процесс. Кроме того, студенты могут испытывать определенные неудобства в связи с тем, что не могут позволить себе устройства, которые необходимы для выполнения учебного плана. Особенно актуально это для стран БРИКС, где достаточно высокий процент обучающихся имеет низкий уровень дохода.

Третий подход заключается в переходе от идеи BYOD к идее CYOD (Choose-Your-Own-Device, «выбери свое собственное устройство»). В случае реализации концепции CYOD студент может выбирать устройство из заранее определенного набора устройств, предоставляемых учебным заведением. Такой подход является более дорогим по сравнению со вторым подходом, но в то же время и более подходящим для стран с низким уровнем дохода населения.

Последний подход основан на введении в образовательный процесс облачных сервисов. При таком подходе решение всех технических вопросов, связанных с внедрением BYOD, сводится к управлению облаком. Данный подход поддерживает четвертую модель реализации концепции BYOD.

Концепция BYOD в МГТУ им. Н.Э. Баумана

С 2011 года во всех российских высших учебных заведениях используется трехуровневая система высшего образования, в том числе и в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Авторы статьи провели экспериментальные исследования ряда ключевых особенностей тенденции BYOD в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Целевая группа в проводившихся исследованиях включала в себя студентов инженерно-технического профиля, обучающихся по программе подготовки бакалавров, и состояла из 53 респондентов, обучающихся на 2-м курсе, и 43 респондентов, обучающихся на 4-м курсе. Для опроса студентов использовались анкеты с возможностью множественного выбора вариантов ответа.

На рисунках 1 и 2 представлены диаграммы процента использования различных программных продуктов на устройствах студентов целевой группы.

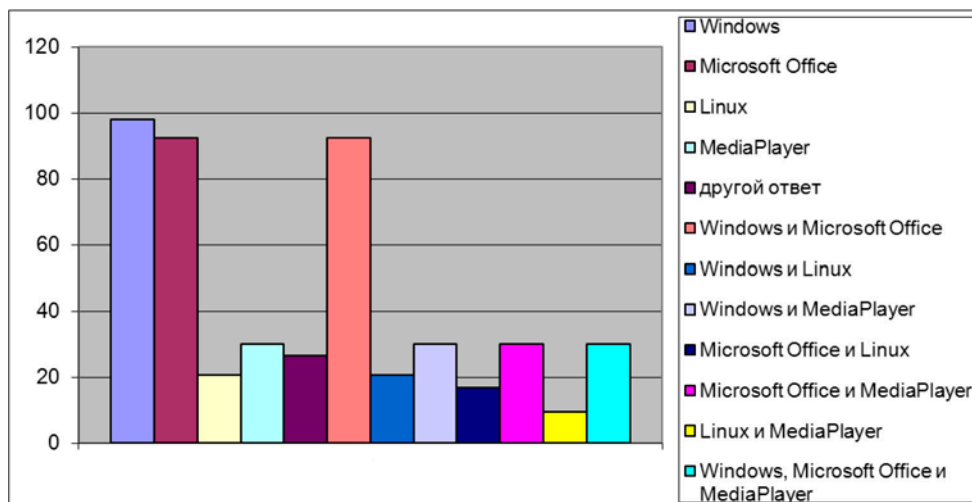


Рис. 1. Программные продукты, используемые студентами 2-го курса

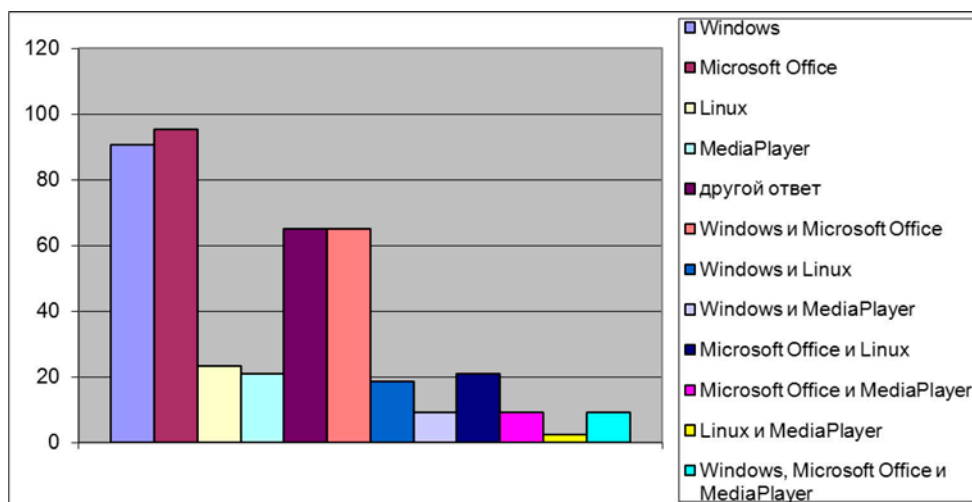


Рис. 2. Программные продукты, используемые студентами 4-го курса

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод, что на устройствах студентов целевой группы наиболее часто используются операционные системы семейства Windows. 91 % опрошенных студентов 4-го курса и 98 % опрошенных студентов 2-го курса используют на своих устройствах ту или иную версию Windows. Некоторые студенты пользуются операционной системой Linux. Их доля составляет 21 % от общего числа опрошенных на 2-м курсе и 23 % на 4-м курсе. Также ряд студентов использует две операционные системы, Windows и Linux, одновременно.

На рисунках 3 и 4 представлены устройства, используемые студентами целевой группы.

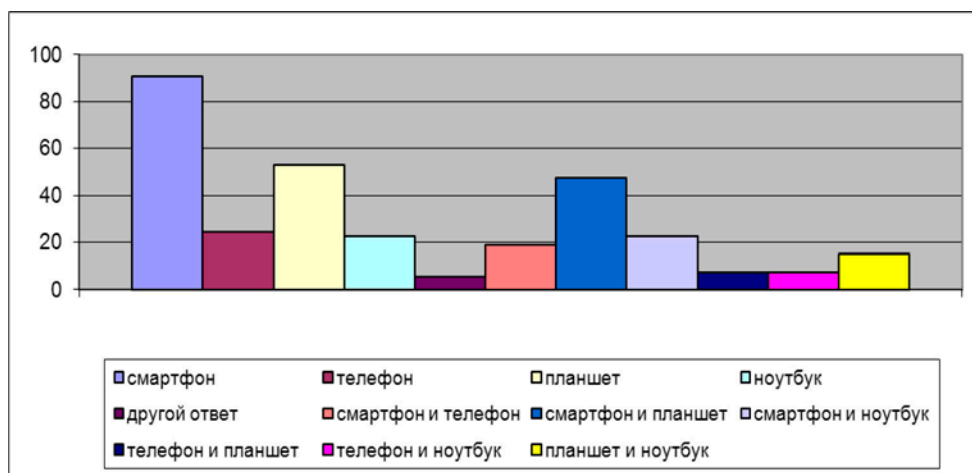


Рис. 3. Устройства, используемые студентами 2-го курса

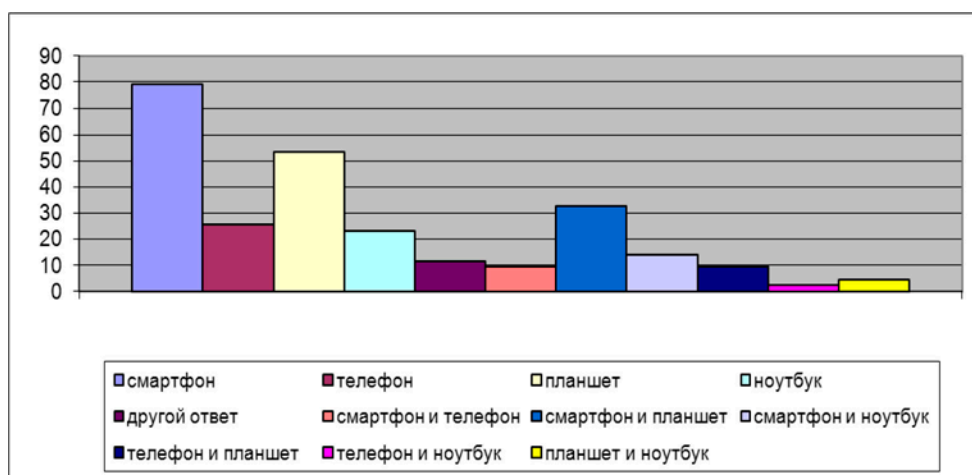


Рис. 4. Устройства, используемые студентами 4-го курса

Среди студентов исследуемой целевой группы наибольшее распространение получили смартфоны. 79 % опрошенных студентов 4-го курса и 91 % опрошенных студентов 2-го курса в учебном процессе используют смартфоны. Второе по популярности место занимают планшеты. При этом 47 % опрошенных студентов 2-го курса и 32 % опрошенных студентов 4-го курса указали, что они одновременно используют 2 устройства – телефон и планшет.

Участвующие в исследовании респонденты достаточно часто используют свои устройства. Результаты опроса представлены на рисунках 5 и 6.

Примечательным является то, что 54 % опрошенных студентов 2-го курса и 51 % опрошенных студентов 4-го курса используют свои мобильные устройства 10 – 15 раз в день.

Результаты проведенных опросов показывают, что студенты предпочитают быть независимыми в процессе обучения. 100 % опрошенных студентов 2-го курса и 95 % опрошенных студентов 4-го курса прибегают к самостоятельному поиску необходимой информации. Это означает, что с внедрением BYOD роль преподавателя в учебном процессе сводится к администрированию. Более 65 % студентов отметили, что они используют мультимедиа. 62 % опрошенных студентов

2-го курса и 44 % опрошенных студентов 4-го курса используют все доступные источники информации.

Внедрение концепции BYOD в учебный процесс увеличивает расходы студентов, потому что для автономного мобильного обучения необходимы современные устройства и высокоскоростной доступ в Интернет. Проведенные авторами исследования показали, что более 50 % опрошенных студентов считают приемлемыми расходы, связанные с использованием собственных устройств в процессе обучения.

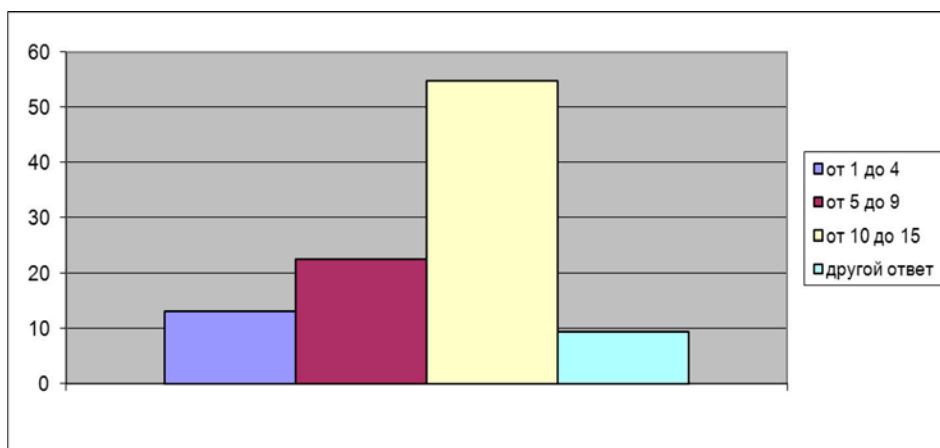


Рис. 5. Частота использования устройств студентами целевой группы 2-го курса за один день

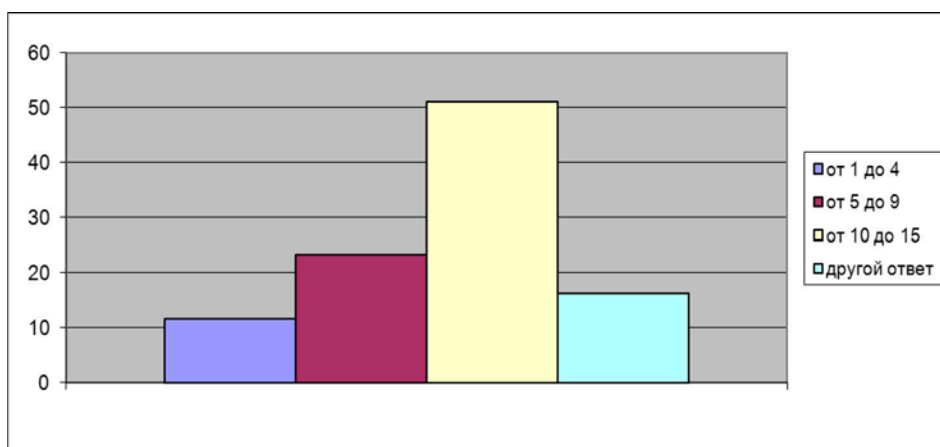


Рис. 6. Частота использования устройств студентами целевой группы 4-го курса за один день

В рамках проведенных исследований авторами статьи были предприняты попытки адаптировать программное обеспечение по 3 дисциплинам с целью предоставления возможности студентам целевой группы беспрепятственно использовать свои устройства в процессе изучения этих дисциплин. Для проведения эксперимента были выбраны следующие дисциплины: «Функциональная логика и теория алгоритмов» (из блока дисциплин «Информатика»); «Физико-химические основы микро- и нанотехнологий» (из блока дисциплин «Материаловедение»); «Автоматизированное проектирование электронных средств» (из блока дисциплин «Конструирование электронных средств»).

В связи с тем, что дисциплина «Функциональная логика и теория алгоритмов» в большей части является теоретической, у авторов не возникло никаких проблем с адаптацией программного обеспечения по этому курсу. Также не возникло проблем и с дисциплиной «Физико-химические основы микро- и нанотехнологий» в связи с тем, что этот курс в основном ориентирован на работу студентов с технологическим оборудованием и материалами. Адаптация программного обеспечения по дисциплине «Автоматизированное проектирование электронных средств» оказалась достаточно трудоемкой. В процессе обучения в рамках этой дисциплины используется программное обеспечение Synopsys TCAD [10, 11]. Данный программный продукт является лицензионным. Для его использования требуются предустановленные в соответствии с лицензией университета программные компоненты для подключения к серверу с установленным программным обеспечением. Обычно инженер, обеспечивающий учебный процесс, устанавливает эти программные компоненты на компьютеры в компьютерном классе, и студенты могут выполнять все необходимые задания в компьютерном классе. В случае использования в учебном процессе концепции BYOD студентам для того, чтобы подсоединиться к серверу, необходимо самостоятельно установить на своем устройстве требующееся программное обеспечение. Кроме того, доступ к серверу возможен только непосредственно из сети МГТУ им. Н.Э. Баумана, а значит, такой подход неприменим для выполнения домашних заданий, связанных с работой в системе Synopsys TCAD.

Обобщая опыт, полученный в ходе использования BYOD, авторы считают, что все дисциплины можно разделить на 3 группы.

Первая группа включает дисциплины, в ходе изучения которых требуется использование устройств, но при этом методика преподавания адаптируется под это требование достаточно просто в связи с тем, что все материалы курса могут быть преобразованы в универсальный контент для использования без привязки к конкретному устройству, как, например, в [7]. При создании учебных материалов авторы рекомендуют использовать общие описания. Это позволит не привязываться к терминологии конкретной операционной системы и программного обеспечения. В этом случае задачей преподавателя является формулировка целей обучения и рекомендаций по доступному инструментарию.

Вторая группа включает дисциплины, при изучении которых основное внимание направлено на изучение оборудования и материалов. Студенты используют свои собственные устройства для проведения расчетов, подготовки отчетных материалов и т.д. Такое использование собственных устройств в процессе обучения не требует специального программного обеспечения. Может использоваться любой программный инструмент, аналогичный, например, Microsoft Office.

Третья группа объединяет дисциплины, где требуется профессиональное программное обеспечение, как, например, Synopsys TCAD в проведенных авторами исследованиях. Для таких дисциплин использование идеи BYOD при выполнении практических заданий кажется нецелесообразным ввиду возможных сложностей с подготовкой и настройкой устройств, принадлежащих студентам.

Учебно-методические материалы по дисциплинам, которые участвовали в исследованиях авторов, включают, в том числе, и мультимедийные объекты [10, 12, 13]. Визуализация – мощный инструмент, позволяющий увеличить эффективность образовательного процесса. Обычно преподаватель демонстрирует видеоматериалы со своего компьютера. Однако при выполнении домашнего задания требуется использование собственных устройств студента. Для того чтобы преодолеть сложности такого рода, в процессе обучения рекомендуется использовать мультимедийный контент, доступный через библиотеки видеоматериалов, например, Synopsys channel, размещенный на YouTube. В этом случае не требуется никаких дополнительных специальных программных и аппаратных средств. При таком

подходе создаются приемлемые условия для четвертой модели реализации концепции BYOD, преподаватель действует в рамках методики формирования универсального контента, не привязанного к конкретному мобильному устройству, приведенной в [7].

В проведенных авторами статьи исследованиях был также изучен опыт применения облачных вычислений в образовательном процессе, в частности, программного обеспечения MindMeister [14] и вычислительных ресурсов платформы папoHUB [15]. В процессе работы не было отмечено никаких проблем ни при выполнении упражнений в классе, ни при выполнении домашних заданий. Все студенты независимо от того, какое устройство было ими использовано – собственное или установленное в классе, успешно справились с поставленными задачами.

Полученные в ходе исследований статистические данные показывают, что высшие учебные заведения имеют веские основания поддерживать и внедрять тенденцию BYOD. 64 % опрошенных студентов 2-го курса и 90 % опрошенных студентов 4-го курса ответили, что, используя в учебном процессе свои собственные устройства, они экономят время. 64 % студентов 2-го курса и 77 % студентов 4-го курса указали, что учиться гораздо проще, когда есть возможность использовать в учебе свое собственное устройство. 68 % опрошенных студентов 2-го курса и 37 % опрошенных студентов 4-го курса считают, что внедрение в процесс обучения концепции BYOD позволит получить им исчерпывающие знания.

Выводы

В статье проанализирована роль концепции BYOD в инженерном образовании. Рассмотрены характерные особенности четырех подходов к управлению образовательным процессом в условиях распространения концепции BYOD. Приводятся статистические данные, полученные в результате проведенных исследований, которые отражают многообразие используемых операционных систем. Рассматриваются различные подходы к управлению этим многообразием и способы минимизации усилий, направленных на адаптацию необходимого в учебном процессе программного обеспечения под все используемые операционные системы. Авторам наиболее эффективной представляется методика создания универсального контента, не привязанного к конкретному мобильному устройству.

Исследования распространения концепции BYOD в российском техническом университете, проведенные авторами статьи, позволили сделать вывод, что многие студенты хотели бы использовать свои собственные устройства в процессе обучения. Примечательно, что студенты проявляют желание вкладывать денежные средства в реализацию концепции BYOD. В проведенных авторами опросах респонденты также указывают на преимущества идеи BYOD. Наиболее популярным ответом был следующий: реализованная на практике идея BYOD позволяет сэкономить время и делает процесс обучения более легким.

Повсеместное распространение и использование концепции BYOD может повлечь за собой значительные изменения в системе инженерного образования [16]. Процесс использования на практике идеи BYOD требует тщательного управления, в условиях BYOD педагог должен контролировать обучающихся, которые имеют возможность взаимодействовать друг с другом через сеть и обращаться к открытым образовательным ресурсам. Следует отметить, что открытые ресурсы не всегда содержат корректную информацию. Инженеру нового столетия просто необходимо иметь серьезный опыт критического анализа полученной информации.

Феномен BYOD открывает новые формы взаимодействия между преподавателем и студентом. Обучение становится более интерактивным.

В заключение авторы хотели бы отметить, что в рамках одной статьи невозможно охватить все аспекты внедрения тенденции BYOD в инженерное образование. Необходимы дальнейшие исследования методов внедрения и эффективного применения идеи BYOD в инженерном образовании и в открытом образовании, например, с использованием адаптивных подходов [17].

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-06-00404 а.

Литература

1. Cook T., Jaramillo D., Katz N., Bodin B., Cooper S., Becker C.H., Smart R., Lu C. Mobile innovation applications for the BYOD enterprise user // IBM Journal of Research and Development. 2013. vol. 57. no. 6. pp. 6:1-6:10.
2. The 21st Century Education Network Makeover. URL: <http://www.exinda.com/higher-education> (дата обращения: 22.01.16).
3. Gartner Premium Researches. URL: <http://www.gartner.com/search/site/premiumresearch/simple> (дата обращения: 22.01.16).
4. BYOD: Bring your own device. Why and how you should adopt BYOD. URL: <http://www.ibm.com/mobilefirst/us/en/bring-your-own-device/byod.html> (дата обращения: 09.03.16).
5. Friedman R.S., Deek F.P. Innovation and education in the digital age: reconciling the roles of pedagogy, technology, and the business of learning // IEEE Transactions on Engineering Management. 2003. vol. 50. no. 4. pp. 403-412. URL: <http://ieeexplore.ieee.org>. doi: 10.1109/TEM.2003.819650 (дата обращения: 09.03.16).
6. Sharples M., Adams A., Ferguson R., Gaved M., McAndrew P., Rienties B., Weller M., Whitelock D. Innovating Pedagogy 2014: Open University Innovation Report 3. Milton Keynes: The Open University, 2014.
7. Al-Okaily R. Mobile learning and BYOD: implementations in an intensive English program // Learning and Teaching in Higher Education: Gulf Perspectives. 2013. vol. 10. no. 2. URL: <http://lthe.zu.ac.ae/index.php/lthehome/article/view/141/72> (дата обращения: 09.03.16).
8. The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century / Washington, DC: The National Academies Press, 2004. 102 p.
9. Шахнов В.А., Власов А.И., Зинченко Л.А. О методическом обеспечении инженерного образования в современных условиях // Высшее образование в России. 2012. № 3. с. 104-108.
10. Shakhnov V., Vlasov A., Zinchenko L., Rezhikova E. Visual learning environment in electronic engineering education // Pr. of 2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL). Kazan, September 25-27, 2013 / Kazan National Research Technological University: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, 2013. pp. 379-388.
11. Глушко А.А. Приборно-технологическое моделирование в системе TCAD Sentaurus. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. 64 с.
12. Shakhnov V., Zinchenko L., Rezhikova E. Simulation and Visualization in Cognitive Nanoinformatics // International Journal of Mathematics and Computers in Simulation. 2014. vol. 8. pp. 141-147. URL: <http://www.naun.org/main/NAUN/mcs/2014/a242002-197.pdf> (дата обращения: 09.03.16).
13. Shakhnov V., Zinchenko L., Rezhikova E. Cognitive Learning Environment for Nanoinformatics // Recent Advances in Information Science. Pr. of the 4th European Conference of Computer Science (ECCS'13). Paris, October 29-31, 2013 / University of Zagreb, European Institute of Informatics and Educational Technology in Belgrade,

Music Academy «Studio Musica», Constanta Maritime University, Ain Shams University: WSEAS Press, 2013. pp. 260-266.

14. Mind Mapping for Education. URL: <https://www.mindmeister.com/ru/education-software> (дата обращения: 14.01.16).
15. nanoHUB: online simulation and more for nanotechnology. URL: <https://nanohub.org> (дата обращения: 14.01.16).
16. Зинченко Л.А., Резчикова Е.В. Особенности обучения студентов технического профиля в условиях инновационной экономики // Гуманитарный вестник. 2015. № 1. С. 1 -11.
17. Курейчик В.М., Зинченко Л.А. Эволюционная адаптация интерактивных средств открытого образования // Открытое образование. 2001. № 1. С. 43-50.