

Ю. Б. ПОПОВА, И. В. ЛЕГЧИЛИН

АДАПТИВНОЕ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ CATS

Белорусский национальный технический университет

Использование мобильных устройств во всем мире уже стало обыденностью. Существует огромное количество приложений, которые значительно упрощают повседневную жизнь: от простого планирования действий и событий до оплаты товаров при помощи простого касания мобильным устройством терминала. Именно поэтому довольно актуальна проблема внедрения мобильного обучающего приложения в образовательный процесс. Целью данного исследования является повышение эффективности процесса обучения за счет использования адаптивного мобильного приложения CATS. Предлагаемый алгоритм адаптивности позволит создавать уникальную программу обучения, которая будет отталкиваться от имеющихся знаний и уровня восприятия учебного материала обучающимся. В качестве математических методов предлагается использовать анализ экспертных систем. Формализовав информационную модель процессов, которые осуществляют как преподаватель, так и обучающийся, можно автоматизировать определенную часть функций преподавателя, сократить затраты на ручной труд, что позволит более просто осуществлять контроль за учебным процессом, а также сделать процесс обучения более эффективным. Реализация мобильного приложения выполнена в среде Microsoft Visual Studio Community (Mac), язык программирования C#, фреймворк Xamarin. Предлагаемая разработка внедрена в учебный процесс Белорусского национального технического университета, покрывает все основные составляющие процесса обучения, включая работу с электронными учебно-методическими комплексами, прохождение тестов, скачивание требуемой информации. Мобильное приложение позволяет адаптироваться к различным размерам устройств, реализовано с использованием современных технологий с адаптацией для операционных систем Android и iOS.

Ключевые слова: адаптивная обучающая система, LMS, мобильное приложение, Xamarin, адаптивное обучение, контроль знаний, электронный учебно-методический комплекс

Введение

В информационно-технологической среде термин «адаптивная система» относится к процессу, в котором интерактивная система изменяет свое поведение под конкретными пользователями, основываясь на информации, полученной о пользователях, обстоятельствах использования и среде [1].

Одним из популярных видов адаптивности в настоящее время является адаптивность обучающих систем, благодаря которым возможно электронное обучение [2]. Выделяют следующие виды адаптивности таких систем [3]:

- адаптивная навигация, приводящая к изменению параметров макета экрана;
- адаптивность, ориентированная на обучение: способ обучения динамичен и индивидуализирован для каждого обучающегося;
- контентно-ориентированная адаптация, которая может привести к динамическому из-

менению контента. Например, информация о курсе делится на три уровня детализации, и уровень отображается на основе значения некоторого коэффициента;

- интерактивная поддержка для решения проблемы, которая помогает учащимся найти правильное решение на следующем этапе;
- гибкая фильтрация информации, которая помогает предоставить студентам только ту информацию, которая им нужна.

Таким образом, можно сказать, что система адаптирует уровень представления учебного материала к личным способностям и возможностям обучающегося, а также к физическим характеристикам устройства.

Поскольку в настоящее время большую популярность набирают мобильные устройства, представляется актуальной разработка мобильного клиента для адаптивной обучающей системы CATS (англ., Care About The Stu-

dent), разработанной и используемой на факультете информационных технологий и робототехники Белорусского национального технического университета [4].

Математические методы, применяемые в адаптивных обучающих системах

При реализации процесса адаптации в обучающих системах одним из важнейших моментов является выбор математических методов. Анализ литературных источников позволил выделить 4 категории методов, применяемых в адаптивных обучающих системах (АОС).

Первая категория включает методы, основанные на теории экспертных систем и реализующие построение хода курса обучения наряду с интеллектуальным анализом результата опроса обучаемого [5]. Плюсом использования таких методов при разработке АОС является предоставление большого круга способов анализа действий, осуществляемых экспертными системами. К минусам можно отнести сложность наполнения базы знаний и регулировки параметров экспертной системы.

Вторая категория представляет собой математические методы, использующие теорию нечетких множеств и нечеткой логики [6]. АОС, в которых применяются такие методы, зачастую реализуют технологию построения последовательности курса обучения. Основной особенностью таких АОС является адаптивность процесса построения курса обучения с учетом неопределенности уровня знаний обучаемого. К недостаткам таких систем можно отнести сложность в выборе параметров алгоритмов нечеткой логики.

К третьей категории были отнесены методы на основе статистических подходов для решения задачи классификации, например, разбиение обучающихся на кластеры в зависимости от уровня предварительной подготовки [7].

Четвертая категория объединяет методы, основанные на теории эволюционных алгоритмов (генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и т. д.). Основной используемой технологией здесь является интеллектуальный анализ ответов обучаемого. К особенностям таких систем относят их широкое применение в задачах адаптивного контроля знаний [8]. В качестве недостатка выступает отсутствие единого способа обоснования при-

нимаемых решений в искусственных нейронных сетях и проблема сходимости генетических алгоритмов.

В данной работе предлагается программная реализация алгоритма из первой категории для адаптивной составляющей обучающей системы CATS.

Программная реализация мобильного приложения обучающей системы CATS

Для реализации адаптивности мобильного приложения обучающей системы CATS под различные платформы был выбран фреймворк Xamarin, позволяющий проводить разработку приложения сразу под две операционные системы iOS и Android [9]. Среда разработки Microsoft Visual Studio Community (Mac), язык программирования C#. Мобильное приложение разработано при помощи архитектурного паттерна Model-View-ViewModel (MVVM), состоящего из трех компонентов: модели (Model), модели представления (ViewModel) и представления (View). Модель описывает используемые в приложении данные. Представление определяет визуальный интерфейс, через который пользователь взаимодействует с приложением. Модель представления связывает модель и представление через механизм привязки данных.

В настоящее время для свободного скачивания в сети Интернет доступна Android-версия мобильного приложения по адресу <https://educats.bntu.by> посредством выбора соответствующего линка внизу страницы приветствия. После первого запуска мобильного приложения пользователю будут доступны два основных модуля: страница авторизации и страница настроек (рис. 1, копии экрана слева и по центру). При повторном запуске приложения авторизоваться не надо, поскольку будет сразу открываться главная страница приложения (рис. 1, копия экрана справа).

Страница авторизации (рис. 1, копия экрана слева) предполагает наличие учетной записи студента в обучающей системе CATS. Для демонстрационной работы приложения создано шесть тестовых записей с логинами TestStudent10, TestStudent11, TestStudent12, TestStudent13, TestStudent14, TestStudent15. Пароли для этих учетных данных такие же, как логины.

На странице настроек (рис. 1, копия экрана по центру) в качестве языка пользовательского

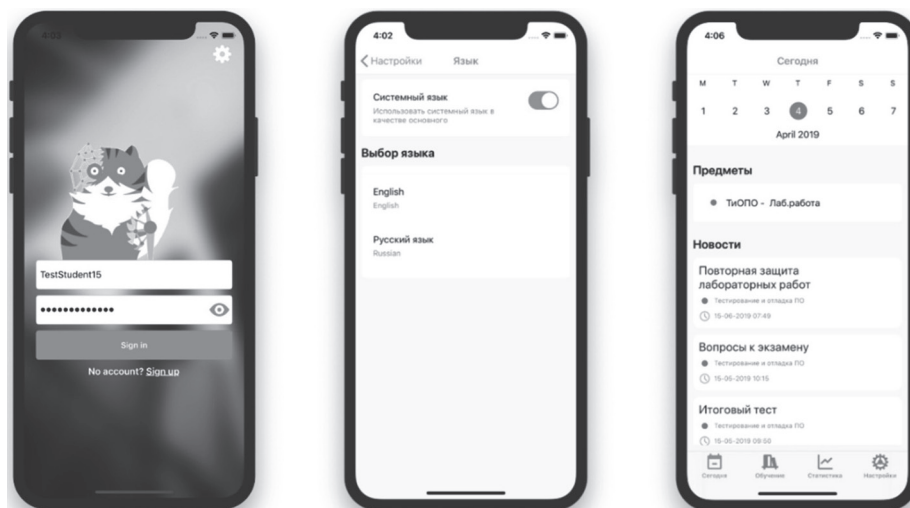


Рис. 1. Страницы авторизации, настроек и главная страница мобильного приложения

интерфейса предусмотрены английский и русский. По умолчанию установлен системный язык устройства.

После авторизации в мобильное приложение обучающей системы CATS можно увидеть главную страницу, которая называется «Сегодня» (рис. 1, копия экрана справа). В верхней части экрана расположен календарь с выделенной текущей датой. В средней части экрана располагаются новости, а также названия предметов, если имеются учебные занятия по ним в текущий день. В нижней части экрана расположено меню мобильного приложения, состоящее из четырех пунктов: Сегодня, Обучение, Статистика и Настройки. При нажатии на каждый из предлагаемых пунктов будет происходить переход на них.

Пункт меню «Обучение» содержит в себе четыре модуля: Тесты, ЭУМК (электронный учебно-методический комплекс), Файлы и Адаптивное обучение (рис. 2, копия экрана слева). При выборе модуля «Тесты» студенту доступен список тестов, которые он может пройти (рис. 2, копия экрана по центру). Это могут быть как тесты для самообучения, которые можно проходить множество раз и рейтинг за них не засчитывается, так и тесты для контроля знаний, используемые преподавателями для контрольной проверки знаний студента [7]. У каждого теста может быть несколько типов вопросов: с одним правильным вариантом ответа (рис. 2, копия экрана справа), с верной последовательностью ответов (рис. 3, копия экрана слева), с несколькими правильными вари-

антами ответов (рис. 3, копия экрана по центру), а также на ввод правильного ответа с клавиатуры. В результате прохождения теста отображается полученная за него оценка с указанием, на какие вопросы были получены верные ответы, а на какие неверные (рис. 3, копия экрана справа).

Модуль «ЭУМК» представляет собой интерактивную книгу (рис. 4). В Республике Беларусь электронные учебно-методические комплексы являются основной составляющей электронного обучения. Процесс разработки ЭУМК, его структурные элементы и разделы регламентированы соответствующим Положением, утвержденным Министерством образования Республики Беларусь [10].

Согласно п. 7 указанного выше документа, ЭУМК, как правило, включает разделы: теоретический, практический, контроля знаний и вспомогательный. Так, на рис. 4 представлены страницы ЭУМК для учебной дисциплины «Тестирование и отладка программного обеспечения» с требуемыми составными частями и титульным листом. Выбирая нужный раздел, будет открываться информация для прочтения, а при выборе блока контроля знаний будет реализован переход в модуль тестов.

Модуль «Файлы» предоставляет возможность скачивать прикрепляемые преподавателем файлы (рис. 5). Например, это могут быть вопросы к экзамену, конспекты лекций, рекомендуемый список литературы, методические указания для выполнения практических, лабораторных работ, курсовых проектов, тексты за-

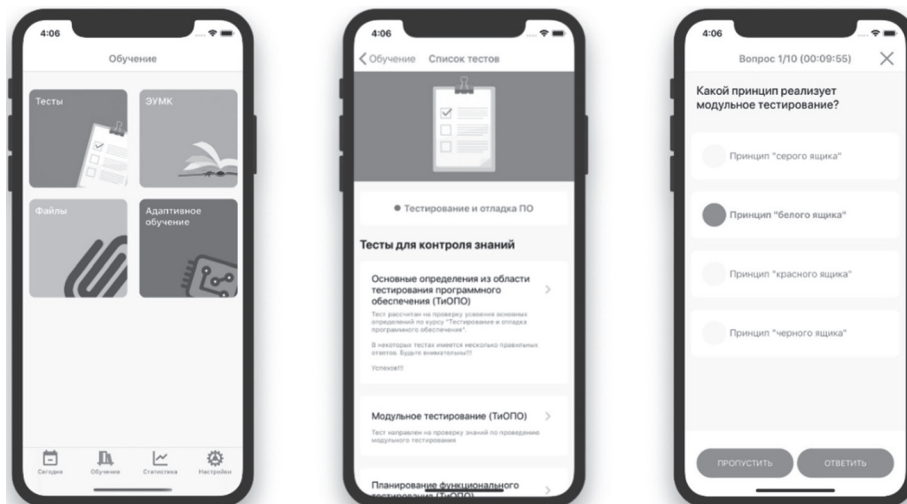


Рис. 2. Страницы пункта меню «Обучение» и модуля «Тесты»

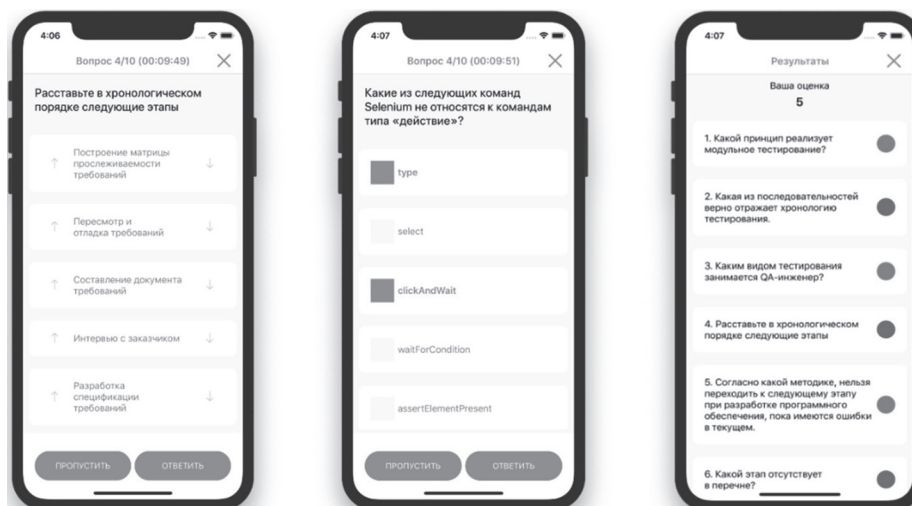


Рис. 3. Типы вопросов в тесте и страница результатов

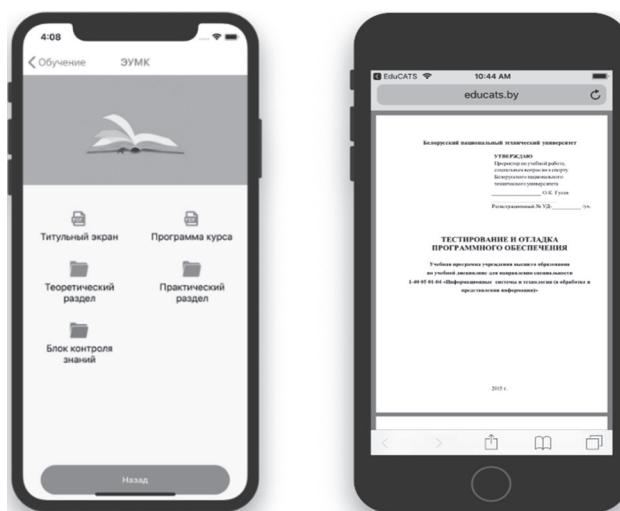


Рис. 4. Страницы электронного учебно-методического комплекса

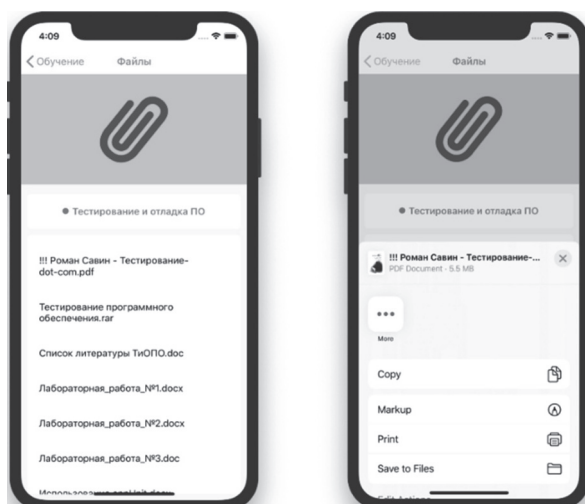


Рис. 5. Страницы для скачивания файлов из мобильного приложения

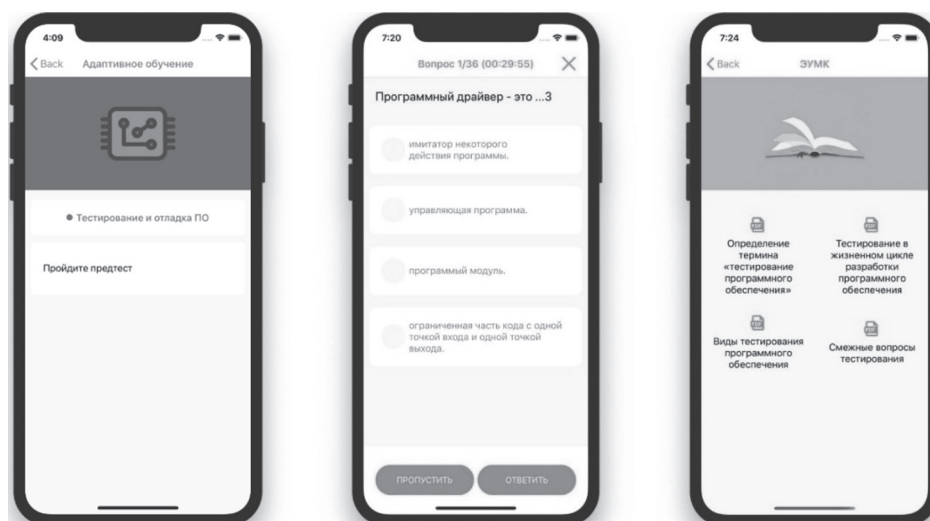


Рис. 6. Страницы для адаптивного обучения в мобильном приложении

даний для этих работ и другая информация. На рис. 5 приведен список файлов для учебной дисциплины «Тестирование и отладка программного обеспечения», которые можно не только скачать, но и поделиться ими.

Модуль «Адаптивное обучение» связывает модули «ЭУМК» и «Тесты». Идея такого подхода направлена на определение пробелов в знаниях студента, согласно следующему алгоритму: на первом этапе обучения студенту предлагается пройти предтест, вопросы которого связаны с концептами (темами, подразделами или разделами) этого учебно-методического комплекса. После окончания теста система анализирует вопросы, отвеченные студентом неверно, и предлагает ему один из материалов для изучения. Затем предлагается пройти тест по этой теме. При успешном прохождении теста система предлагает следую-

щий неизученный материал и тест по нему, в противном случае материал предлагается прочитать еще раз. Алгоритм работает до тех пор, пока студент не изучит все требующиеся темы и не ответит правильно на все вопросы тестов. На рис. 6 приведены страницы адаптивного обучения, реализующие описанный алгоритм для ЭУМК по дисциплине «Тестирование и отладка программного обеспечения». По результатам тестирования предложено изучить тему «Роль и место тестирования в жизненном цикле разработки программного обеспечения».

Пункт меню «Статистика» содержит в себе информацию об успеваемости студента на лабораторных занятиях, а также о его пропусках лабораторных работ и лекций (рис. 7). Так на центральной копии экрана рис. 7 изображена страница с оценками по лабораторным рабо-

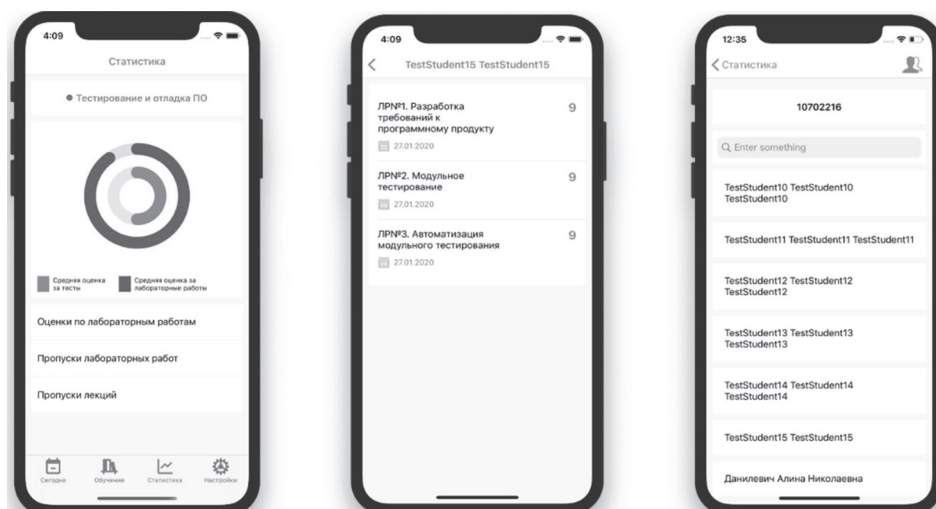


Рис. 7. Страницы пункта меню «Статистика»

там тестового студента TestStudent15, на которой видно, что 27.01.2020 года защищены три лабораторные работы на оценки 9. Каждому студенту доступна информация только о собственных оценках и пропусках, в то время как преподаватель может просмотреть информацию обо всех студентах в группах, в которых он проводит занятия (рис. 7, копия экрана справа).

Страница «Настройки» описывалась выше, однако стоит упомянуть, что после авторизации будет видно полное имя студента и его группа в отдельном блоке. Также появляется кнопка выхода, которая перенаправит пользователя на страницу авторизации и очистит все текущие данные авторизации.

Заключение

Имеющаяся тенденция в направлении непрерывного образования создает перспективную среду для продвижения предлагаемого адаптивного мобильного приложения обучающей системы CATS.

Рассмотренное мобильное приложение обладает следующими особенностями:

- покрывает все основные составляющие процесса обучения, включая работу с электронными учебно-методическими комплексами, прохождение тестов, скачивание требуемой информации;

- информирует участников образовательного процесса об их успеваемости и пропусках занятий;

- учитывает имеющийся уровень знаний каждого обучающегося, реализуя возможность адаптивного обучения;

- позволяет адаптироваться к различным размерам устройств;

- реализовано с использованием современных технологий с адаптацией для операционных систем Android и iOS;

- доступно в сети Интернет, а также в локальной сети Белорусского национального технического университета;

- предлагаемая система протестирована и апробирована на нескольких учебных дисциплинах и активно используется для подготовки инженеров-программистов;

- мобильное приложение постоянно совершенствуется, обновляется и является площадкой для генерирования новых идей. В настоящее время разрабатывается новая функциональность для озвучивания тестов и учебного материала для людей с ограниченными возможностями по зрению;

- функциональные возможности адаптивного мобильного приложения CATS позволяют значительно повысить эффективность процесса обучения.

Литература

1. Брусиловский, П. Л. Адаптивные и интеллектуальные технологии в сетевом обучении / П. Л. Брусиловский // Новости искусственного интеллекта. – 2002. – № 5. – С. 25–31.
2. Попова, Ю. Б. От LMS к адаптивным обучающим системам / Ю. Б. Попова // Системный анализ и прикладная информатика. – 2019. – № 2. – С. 58–64.

3. **Левшунов, С. А.** Виды адаптивности обучающих систем / С. А. Левшунов, Ю. Б. Попова // Информационные технологии в технических, политических и социально-экономических системах: Материалы МНТК / БНТУ. – Минск: 2018. – С. 19.
4. **Попова, Ю. Б.** Автоматизированная система управления обучением CATS (Care About The Students) / Ю. Б. Попова // Наука и техника. – 2019. – № 4 (18). – С. 339–349.
5. **Стандарты** в сфере дистанционного обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// dist.by/distantionnoe/16-standarty-v-sfere-distantionnogo-obucheniya](http://dist.by/distantionnoe/16-standarty-v-sfere-distantionnogo-obucheniya) – Дата доступа: 20.10.2018.
6. **Попова, Ю. Б.** Представление знаний в обучающих системах на основе теории нечетких множеств / Ю. Б. Попова, А. И. Бураковский // Системный анализ и прикладная информатика. – 2016. – № 2. – С. 58–65.
7. **Информационно-коммуникационные** технологии в образовании [Электронный ресурс]. – Современные тенденции в кластерном анализе / В. Б. Бериков, Г. С. Лбов. – Режим доступа: [http:// www.ict.edu.ru/ft/005638/62315e1-st02.pdf](http://www.ict.edu.ru/ft/005638/62315e1-st02.pdf) – Дата доступа: 09.11.2018.
8. **Попова, Ю. Б.** Применение искусственной нейронной сети для определения степени усвоения учебного материала / Ю. Б. Попова, С. В. Яцынович // Математические методы в технике и технологиях: сб. тр. междунар. науч. конф.: в 12 т. Т. 10 / под общ. ред. А. А. Большакова. – Спб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – С. 89–92.
9. **Xamarin. Forms** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// www.nuget.org/packages/Xamarin. Forms/](https://www.nuget.org/packages/Xamarin.Forms/) – Дата доступа: 11.02.2020.
10. **Положение** об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования. – Утверждено Министерством образования Республики Беларусь 26.07.2011г. № 167.

REFERENCES

1. **Brusilovskij, P. L.** Adaptivnye i intellektual'nye tehnologii v setevom obuchenii / P. L. Brusilovskij // Novosti iskusstvennogo intellekta. – 2002. – № 5. – С. 25–31.
2. **Popova, Ju. B.** Ot LMS k adaptivnym obuchajushhim sistemam / Ju. B. Popova // Sistemnyj analiz i prikladnaja informatika. – 2019. – № 2. – С. 58–64.
3. **Levshunov, S. A.** Vidy adaptivnosti obuchajushhh sistem / S. A. Levshunov, Ju. B. Popova // Informacionnye tehnologii v tehniceskikh, politicheskikh i social'no-jekonomicheskikh sistemah: Materialy MNТK / BNTU. – Minsk: 2018. – С. 19.
4. **Popova, Ju. B.** Avtomatizirovannaja sistema upravlenija obucheniem CATS (Care About The Students) / Ju. B. Popova // Nauka i tehnika. – 2019. – № 4 (18). – С. 339–349.
5. **Standarty** v sfere distancionnogo obucheniya [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [http:// dist.by/distantionnoe/16-standarty-v-sfere-distantionnogo-obucheniya](http://dist.by/distantionnoe/16-standarty-v-sfere-distantionnogo-obucheniya) – Data dostupa: 20.10.2018.
6. **Popova, Ju. B.** Predstavlenie znaniy v obuchajushhh sistemah na osnove teorii nechetkih mnozhestv / Ju. B. Popova, A. I. Burakovskij // Sistemnyj analiz i prikladnaja informatika. – 2016. – № 2. – С. 58–65.
7. **Informacionno-kommunikacionnye** tehnologii v obrazovanii [Jelektronnyj resurs]. – Sovremennye tendencii v klasternom analize / V. B. Berikov, G. S. Lbov. – Rezhim dostupa: [http:// www.ict.edu.ru/ft/005638/62315e1-st02.pdf](http://www.ict.edu.ru/ft/005638/62315e1-st02.pdf) – Data dostupa: 09.11.2018.
8. **Popova, Ju. B.** Primenenie iskusstvennoj nejronnoj seti dlja opredelenija stepeni usvoenija uchebnogo materiala / Ju. B. Popova, S. V. Jacynovich // Matematicheskie metody v tehnike i tehnologijah: sb. tr. mezhdunar. nauch. konf.: v 12 t. T. 10 / pod obshh. red. A. A. Bol'shakova. – Spb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2018. – С. 89–92.
9. **Xamarin. Forms** [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [https:// www.nuget.org/packages/Xamarin. Forms/](https://www.nuget.org/packages/Xamarin.Forms/) – Data dostupa: 11.02.2020.
10. **Polozhenie** ob uchebno-metodicheskom komplekse na urovne vysshego obrazovanija. – Utverzhdeno Ministerstvom obrazovanija Respubliki Belarus' 26.07.2011g. № 167.

Поступила
17.02.2020

После доработки
29.02.2020

Принята к печати
01.03.2020

Popova Y. B., LEHCHYLIN I. V.

ADAPTIVE MOBILE APPLICATION FOR THE CATS LEARNING SYSTEM

Belarusian National Technical University

Using mobile devices around the world has already become commonplace. There are a huge number of applications that greatly simplify everyday life: from simple planning of actions and events to paying for goods by simply touching the terminal with a mobile device. That is why the problem of introducing a mobile training application into the educational process is quite relevant. The purpose of this study is to increase the efficiency of the learning process through the use of the adaptive mobile application CATS. The proposed adaptability algorithm will allow you to create a unique training program that will build on existing knowledge and the level of perception of learning material for students. It is proposed to use the analysis of expert systems as mathematical methods. By formalizing the intellectual processes that are carried out by both the teacher and the student, it is possible to automate a certain part of the teacher's functions, reduce manual labor costs, which will make it

easier to control the educational process, as well as make the learning process more effective. The software of the mobile application was created in the environment of Microsoft Visual Studio Community (Mac) in C# programming language and Xamarin framework. The proposed development is implemented in the educational process of the Belarusian National Technical University, covers all the main components of the learning process, including working with electronic educational and methodical complexes, passing tests, downloading the required information. The mobile application allows you to adapt to various sizes of devices, implemented using modern technologies with adaptation for Android and iOS operating systems.

Keywords: adaptive learning system, LMS, mobile application, Xamarin, adaptive learning, knowledge control, electronic training complex.



Yuliya B. Popova, PhD, Associate Professor of the Department of software for information systems and technologies at the Belarusian National Technical University.

Попова Юлия Борисовна, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры программного обеспечения информационных систем и технологий БНТУ.

Email: jpopova@bntu.by



Ilya Lehchylin received the graduate degree in software engineering from the Belarusian National Technical University in 2018. He is currently working on Master's degree program in system analysis and control of information processing.

Легчилин Илья Вадимович закончил Белорусский национальный технический университет по специальности «Программное обеспечение информационных технологий» в 2018 году. В настоящее время является магистрантом кафедры программного обеспечения информационных систем и технологий БНТУ.

Email: lehchylin.ilya@gmail.com

Работа выполняется в рамках научно-исследовательской работы ГБ № 16–274 «Модели, методы, технологии создания прикладных комплексов для инженерных и компьютерных систем». В марте 2020 года предлагаемое мобильное приложение стало финалистом международного конкурса Black Sea Science (Украина, г. Одесса).