

## **ЭЛЕМЕНТЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АДАПТИВНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Савенко А.Г.

*Институт информационных технологий БГУИР, г. Минск, Республика Беларусь*  
[savenko@bsuir.by](mailto:savenko@bsuir.by)

В статье описаны возможности и преимущества разработанной адаптивной системы управления обучением «Скорина», в которой используется искусственный интеллект для построения гибкой и адаптивной образовательной траектории с учетом индивидуальных потребностей обучаемых. Кратко описаны разработанные и реализованные математические модели и алгоритмы.

Ключевые слова: искусственный интеллект; инклюзивное образование; машинное обучение; интеллектуальный анализ; адаптивное обучение; графовые модели; алгоритмы.

Современные тенденции развития адаптивных систем обучения характеризуются развитием дистанционного образовательного процесса (ДОП) с использованием информационно-коммуникационных технологий и универсализацией и стандартизацией содержания и методов обучения посредством электронных средств обучения (ЭСО). В качестве отдельных факторов развития ДОП можно выделить его преимущества в сравнении с традиционными формами: возможность внедрения и использования в учебном процессе виртуальной и дополненной реальностей [1, 2], инклюзивность образовательного

процесса [3], экономическую эффективность ДОП [4], использование инновационных информационно-коммуникационных технологий в образовании [5], реализацию игрового подхода в обучении [6], возрастающую конкуренцию на рынке образовательных услуг и т. д.

Разработанная адаптивная система управления обучением «Скорина» (далее – АСУО «Скорина») позволяет создавать гибкую образовательную траекторию с учетом личных интересов, индивидуальных способностей, наличия свободного времени и комфортных условий для обучения персонально каждого обучаемого, в том числе лиц с особыми потребностями, что делает образовательный процесс адаптивным и инклюзивным.

АСУО «Скорина» имеет модульную структуру, учебный контент создается непосредственно в конструкторе дисциплин самой системы. Он может быть представлен в одном или нескольких форматах: текстово-графическом; видеоформате; в виде файлов презентаций, пособий, книг, виртуальных лабораторных и практических занятий. Структура учебной дисциплины имеет свою иерархию – три уровня вложенности (дисциплина – модуль – блок). После изучения и выполнения каждого блока материалов по модулю предусмотрено пробное и контрольное тестирование. Пробное тестирование предназначено для самоконтроля студентов и предполагает закрытое тестирование с автоматическим выставлением его результата. Контрольное тестирование может быть гибридным (открытые, закрытые вопросы, сопоставления и т. п.). Статистика прохождения контрольного тестирования включает информацию по вопросам, на которые даны правильные и неправильные ответы; время прохождения тестирования; количество попыток прохождения теста; оценку за тестирование; минимальный проходной балл, установленный преподавателем [7]. Пример графовой модели организации обучения в АСУО «Скорина» представлен на рисунке 1.

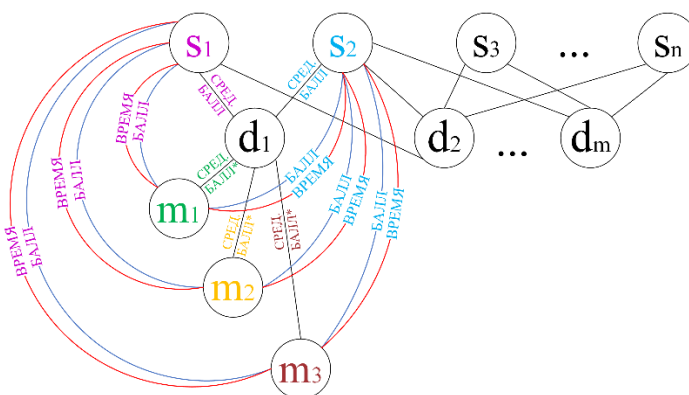


Рисунок 1 – Пример графовой модели организации обучения в АСУО «Скорина»

Уникальность АСУО «Скорина» обусловлена использованием моделей и их программно-алгоритмической реализации элементов искусственного интеллекта, обеспечивающего адаптивность образовательного процесса под индивидуальные особенности обучаемых. В частности была разработана и внедрена ротационно-гибридная модель (далее – РГМ) организации учебного процесса, модуль интеллектуального анализа качества образовательного контента, модели и алгоритмы адаптивного поиска в информационных системах, модели и алгоритмы визуализации 3D-моделей для реализации виртуальных практических и лабораторных занятий в АСУО «Скорина», заменяющий реальные лабораторные макеты и установки.

РГМ представляет собой интеграцию различных современных технологий, разумное сочетание применения которых позволяет осуществить подготовку высококвалифицированных специалистов и является динамически адаптивной системой с развивающимися ее компонентами во времени при необходимости учета изменяющихся требований современного общества. Входной информацией для РГМ является объем и уровень знаний, умений и навыков обучаемых, их социокультурные показатели качества. С учетом этой входной информации РГМ реализует информационно-образовательный процесс (ИОП) с применением современных информационно-коммуникационных технологий. Далее, с учетом результатов тестирования уровня обучения каждого обучаемого, осуществляется их ротация

для изучения наиболее приемлемого для эффективного усвоения подмножества изучаемых дисциплин, причем эти подмножества могут быть пересекающимися. При завершении процесса ротации продолжается ИОП, результатом функционирования которого является выходная информация, содержащая информационно-образовательный и социокультурный ресурс каждого обучаемого. Проведение процесса ротации позволяет в определенной степени выяснить способности обучаемого к обучению в той или иной сфере знаний. Результат проведения ротации – это «закрепление», при условии желая, обучающего в той сфере человеческой деятельности, где у него относительно максимальные способности [7].

Модуль интеллектуального анализа качества учебного контента по статистике успеваемости обучаемых предназначен для выявления недостатков учебного контента и совершенствования материалов, объективно вызывающих трудности у обучаемых при изучении отдельных вопросов или тем изучаемых дисциплин на основании статистических данных успеваемости. Связь конкретных частей учебного контента с определенными вопросами контрольных тестов реализуется посредством специальных меток, создаваемых при разработке содержания изучаемых дисциплин. Также алгоритм интеллектуального анализа позволяет определять и исключать из статистической выборки обучаемых, характеристики успеваемости которых объективно не связаны с качеством учебного контента (например, если обучаемый наугад расставил ответы в контрольном тесте). Работу алгоритма интеллектуального анализа можно разделить на три этапа:

1. Определение наличия проблемных частей учебного контента или причин их отсутствия. При выявлении определенных причинно-следственных связей между полученными статистическими данными и качеством соответствующего образовательного материала алгоритм переходит ко второму этапу. Также анализируются причины высокой успеваемости обучаемых, связанные с уровнем сложности контрольной аттестации.

2. Уточнение статистических данных, полученных на первом этапе, для анализа и исключение из выборки данных, объективно не зависящих от качества учебного контента.

3. Вывод результатов анализа и действия эксперта по обучению системы. В случае если была установлена зависимость низкой успеваемости студентов от качества учебного контента, соответствующее сообщение отправляется эксперту для принятия решения о необходимости совершенствования части учебного контента с соответствующими метками и последующих действий для совершенствования учебного контента [8].

Модели и алгоритмы адаптивного поиска в информационных системах предназначены для осуществления автономной круглосуточной поддержки пользователей АСУО «Скорина» и представлены моделью организации хранения данных информационной системы, алгоритмом подготовки данных, основанным на машинном обучении, алгоритмом минимизации логических выражений поисковых запросов и поисковым алгоритмом. Основной задачей модуля поддержки является автоматический, на основе входящего сообщения на естественном языке, подбор необходимого действия по запросу пользователя.

Модель организации хранения данных представляет собой графовую базу данных с послойной организацией, вершины графа которой заполняются посредством алгоритма подготовки данных. Преимущество данного алгоритма в том, что он не привязан к конкретному типу или схеме источника данных, и при помощи машинного обучения самостоятельно выбирает значимые свойства из описания на естественном языке, далее формирует из них связи и сохраняет в графовую базу данных. Поисковый алгоритм основан на ранжировании выходных данных по количеству совпадений связанных тегов с тегами, получаемыми на основании поискового запроса. При этом незначительные теги обобщаются и исключаются из соответствующего слоя графа. После каждого обращения к системе поддержки она будет обучаться на основе частоты встречаемости в запросах определённых тегов, чтобы в последующем оставить только те слова/словосочетания, которые являются ключевыми для данного действия и удалить из словаря, те, которые менее важны. Помимо этого, после того как было найдено оптимальное действие, необходимо добавить новые слова/словосочетания, которые до этого не встречались в базе данных, и связать их с найденным действием. Поисковый алгоритм также способен воспринимать и обрабатывать

логические выражения. Алгоритм минимизации логических выражений увеличивает быстродействие поиска по информационной системе [9]. Пример графовой модели запроса представлен на рисунке 2.

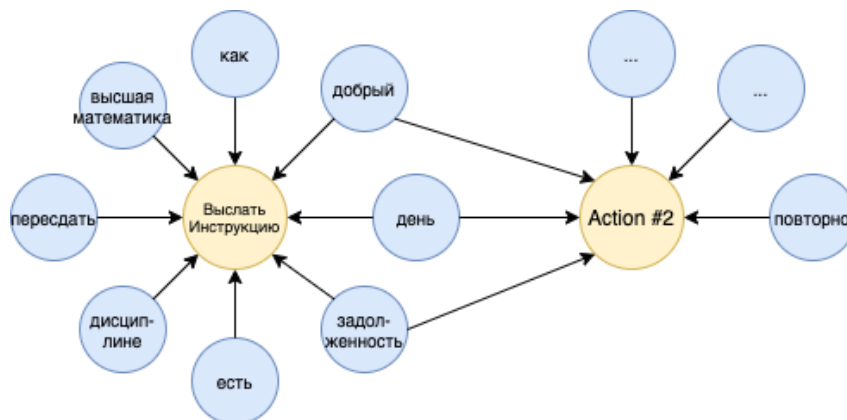


Рисунок 2 – Модель примера запроса к системе поддержки

Модуль визуализации 3D-моделей позволяют визуализировать созданные практически в любых 3D-редакторах модели лабораторных макетов и установок непосредственно в самой АСУО без использования стороннего ПО. Усовершенствованные алгоритмы визуализации (вершинный и фрагментарный шейдер) позволяют повысить реалистичность визуализации моделей, при этом значительно снизить требования к аппаратной части компьютера [10]. Пример визуализации лабораторного стенда представлен на рисунке 3.

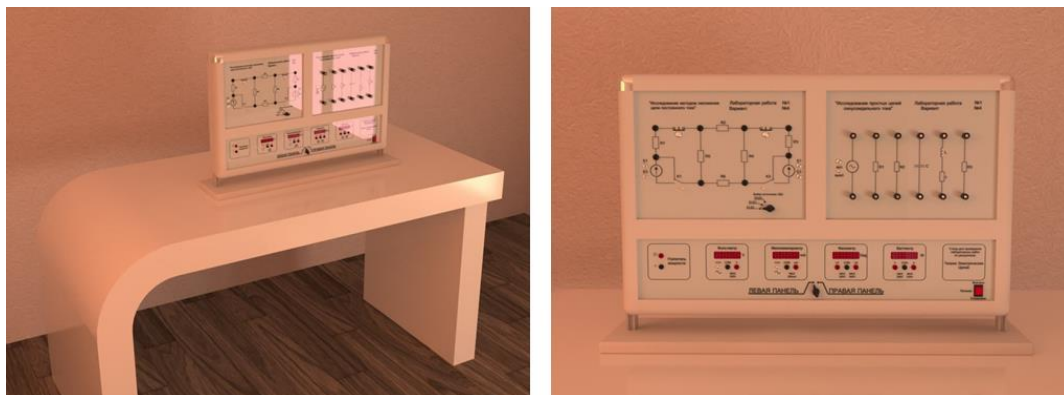


Рисунок 3 – Пример визуализации лабораторного стенда

Таким образом, разработанная АСУО «Скорина», с учётом внедрённых моделей и алгоритмов, имеет целый ряд преимуществ по сравнению с аналогами, и кроме того, способна обеспечить инклюзивный образовательный процесс с учетом особых потребностей обучаемых.

### Литература

1. Савенко, А. Г. Преимущества и перспективы использования виртуальной и дополненной реальности в дистанционном образовательном процессе / А. Г. Савенко // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы X Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 7–8 дек. 2017 г. – Минск : БГУИР, 2017. – С. 119.
2. Савенко, А. Г. Виртуальная реальность как способ получения и доставки учебного контента / А. Г. Савенко, Н. А. Кукалев, А. Г. Савенко // Высшее техническое образование: проблемы и пути развития : материалы IX Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 1–2 нояб. 2018 г. – Минск : БГУИР, 2018. – С. 394–397.
3. Савенко, А. Г. Преимущества и реализация дистанционного образовательного процесса для лиц с особыми потребностями / А. Г. Савенко // Непрерывное профессиональное образование лиц с особыми потребностями : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14–15 дек. 2017 г. – Минск : БГУИР, 2017. – С. 106–108.

4. Карпекин, И. А. Преимущества и эффективность внедрения дистанционной формы образования в образовательный процесс учреждений образования любого типа / И. А. Карпекин, А. Г. Савенко // Дис-танционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы XI Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 12–13 дек. 2019 г. – Минск : БГУИР, 2019. – С. 136–137.

5. Суский, А. А. Преимущества и перспективы внедрения нейронных сетей в образовательный процесс как инструмент повышения качества подготовки специалистов / А. А. Суский, А. Г. Савенко // Высшее техническое образование: проблемы и пути развития : материалы IX Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 1–2 нояб. 2018 г. – Минск : БГУИР, 2018. – С. 454–456.

6. Савенко, А. Г. Игровой подход в обучении программированию детей и подростков / А. Г. Савенко // Информационные технологии в технических, политических и социально-экономических системах : материалы Междунар. науч.-техн. конф. / Белорусский национальный технический университет. – Минск : БНТУ, 2018. – С. 30.

7. Савенко, А. Г. Один из подходов к организации современного образовательного процесса / А. Г. Савенко, Ю. А. Скудняков // Информатика. – 2021. – Т. 18, № 1. – С. 96–104. DOI: <https://doi.org/10.37661/1816-0301-2021-18-1-96-104>.

8. Савенко, А. Г. Интеллектуальный анализ качества учебного контента по статистике успеваемости студентов в системе управления обучением «Скорина» / Савенко А. Г. // Информатика. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 58–71. DOI: [doi.org/10.37661/1816-0301-2021-18-2-58-71](https://doi.org/10.37661/1816-0301-2021-18-2-58-71).

9. Савенко, А. Г. Машинное обучение модуля поддержки пользователей системы управления обучением «Скорина» / Савенко А. Г. // Высшее техническое образование : проблемы и пути развития : материалы X Международной научно-методической конференции, Минск, 26 ноября 2020 года. – Минск : БГУИР, 2020. – С. 224–229.

10. Савенко, А. Г. Визуализатор трёхмерных моделей для реализации виртуальных лабораторных и практических занятий / Савенко А. Г. // Информационные технологии и системы 2020 (ИТС 2020) : материалы международной научной конференции, Минск, 18 ноября 2020 г. – Минск, 2020. – С. 144–145.

## **ELEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ADAPTIVE LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS FOR IMPLEMENTING AN INCLUSIVE EDUCATIONAL PROCESS**

Savenko A.G.

*Institute of Information Technologies BSUIR, Minsk, Republic of Belarus*

The article describes the capabilities and advantages of the developed adaptive learning management system "Scorina", which uses artificial intelligence to build a flexible and adaptive educational trajectory, taking into account the individual needs of students. The developed and implemented mathematical models and algorithms are briefly described.

Keywords: artificial intelligence; inclusive education; machine learning; intelligent analysis; adaptive learning; graph models; algorithms.