С помощью матриц можно представлять графы в числовом виде; определять количество вершин и ребер графа, а также смежные и инцидентные вершины и ребра без изображения самого графа; решать задачи с транспортными сетями.

Библиографические ссылки

1. Прокушев Л. А. Дискретная математика. Основы теории графов и алгоритмизации задач : учебное пособие. Санкт-Петербург : С.- Петерб. гос. ун-т аэрокосм. прибор-я, 2002. 82 с.
2. Костевич Л. С. Математическое программирование. Информационные технологии оптимальных решений: учебное пособие. Минск : Новое знание, 2003. 424 с.
3. Домнин Л. Н. Элементы теории графов : учебное пособие. Пенза : Пенз. гос. ун-т, 2007. 144 с.
4. Берцун В. Н. Математическое моделирование на графах. Часть 3 : учебное пособие. Томск : Изд-во Том. ун-та, 2013. 88 с.

УДК 004.048

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ

А. В. Канаш[1)], А. С. Мезина[2)], Т. А. Ткалич[3)] (*научный руководитель)*

[1)] *аспирант, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь, ershesse@mail.ru*

[2)] *студент, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь, angelm.htc@gmail.com*

[3)] *профессор Института бизнеса, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь, kaf_pr@sbmt.by*

Активное вынужденное использование LMS в образовательном процессе в связи с COVID-19 привело к накоплению данных больших объемов, а также к необходимости обрабатывать собранную информацию. Интеллектуальный анализ данных позволит повысить эффективность образования, в том числе положительно повлияет на непрерывное обучение. Модели машинного обучения в образовании позволяют создать адаптивную образовательную среду, которая даст возможность наиболее объективно оценивать результаты студентов и эффективно выстраивать планы учебных дисциплин.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных; машинное обучение; искусственный интеллект; адаптивное образование; непрерывное обучение.

DATA MINING FOR BUILDING MACHINE LEARNING MODELS IN EDUCATION

A. V. Kanash[1)], A. S. Mezina[2)], T. A. Tkalich[3)] (*supervisor*)

[1)] *PhD Student, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus, ershesse@mail.ru*

[2)] *Student, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus, angelm.htc@gmail.com*

[3)] *Professor of the Institute of Business, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus, kaf_pr@sbmt.by*

The active forced use of LMS in the educational process in connection with COVID-19 has led to the accumulation of large volumes of data, as well as to the need to process the collected information. Data mining will improve the effectiveness of education, including a positive impact on life-long learning. Machine learning models in education make it possible to create an adaptive educational environment that

will allow to evaluate the student's results most objectively and effectively build plans for academic disciplines.

Keywords: data mining; machine learning; artificial intelligence; adaptive education; life-ling learning.

Развитие и исследование информационных технологий стало движущим фактором для увеличения объемов информации повсеместно. Таким образом возникла чрезвычайная необходимость в проработке механизмов и инструментов, позволяющих подобные объёмы данных обрабатывать и анализировать. Вследствие чего возникло понятие интеллектуального анализа данных.

Компании, связанные с информационными технологиями напрямую, активно инвестируют в их развитие. Tencent Holdings является наглядным примером компании, которая вкладывает средства в развитие инновационной инфраструктуры, в том числе в создание дата-центров для более эффективного управления big data [3].

По результатам совместных исследований компании KPMG и АО «Национальный инфокоммуникационный холдинг «Зерде» доля руководителей бизнеса в ИТ-сфере, которые используют big data в своей деятельности, достигла 75 % [4]. Данный показатель подтверждает гипотезу об актуальности анализа big data, а также, что применение интеллектуального анализа данных приносит прибыль бизнесу, иначе доля руководителей, которые инвестируют именно в big data была бы значительно меньше.

В 2019 году были выставлены предварительные оценки касаемо использования компаниями машинного обучения. Директор практики по работе с данными и аналитикой компании KPMG утверждал, что к 2020 году взаимодействие компании и клиентов в 80 % случаев будет проходить с использованием технологий машинного обучения [5]. На сегодняшний день можно судить о том, что доля подобных компаний приближена к оцененному в 2019 году значению.

Исследование реальных случаев внедрения и использования технологий позволяет оперировать не предположениями о необходимости интеллектуального анализа данных, а четкими цифрами и примерами повышения эффективности.

Наиболее удобный и часто используемый инструмент для интеллектуального анализа данных – язык программирования Python. Библиотеки Python позволяют работать с различными типами данных, а также визуализировать результаты работы механизмов машинного обучения, находить взаимосвязи в данных, а также, впоследствии, верно их интерпретировать.

Python активно используется в управлении большими данными в том числе по причине большого процента успешных проектов с использованием данного языка в анализе big data. Примером таких проектов является Skyskanner, который позволил улучшить аэромаршруты, что позволило повысить эффективность туристической промышленности [8].

За последние 10 лет популярность и востребованность языка программирования Python стремительно возросла по сравнению с JavaScript (рис. 1). Тенденция стремительного роста популярности дает основание полагать о том, что Python будет впоследствии будет использоваться все больше и больше в различных сферах.

Интеллектуальный анализ данных в сфере образования плотно связан с понятиями искусственный интеллект и машинное обучение, системный анализ, методы социологических исследований, анализ и обработка эмпирических данных. Также с этими понятиями связан принцип электронного обучения [6].

Применение интеллектуального анализа данных в сфере образования позволяет перейти к более персонализированной электронной информационно-образовательной среде. В данном случае инструменты работы с big data позволяют учесть запросы групп

студентов, а затем сделать прогноз о том, какие виды деятельности будут выбраны будущими специалистами, при этом учесть условия доступа к контенту и коммуникации [7].

Моделирование в образовании напрямую связано с таким понятием как адаптивное обучение. Невозможно объективно оценить каждого по одним критериям и подстраивать всех под определенную планку знаний. Возможности и способности к обучению у каждого индивидуальны, именно поэтому существует необходимость в разработке модели, которая позволит сформировать в некотором роде идеальную систему оценки, которая сможет подстроить свои критерии под каждый конкретный случай.

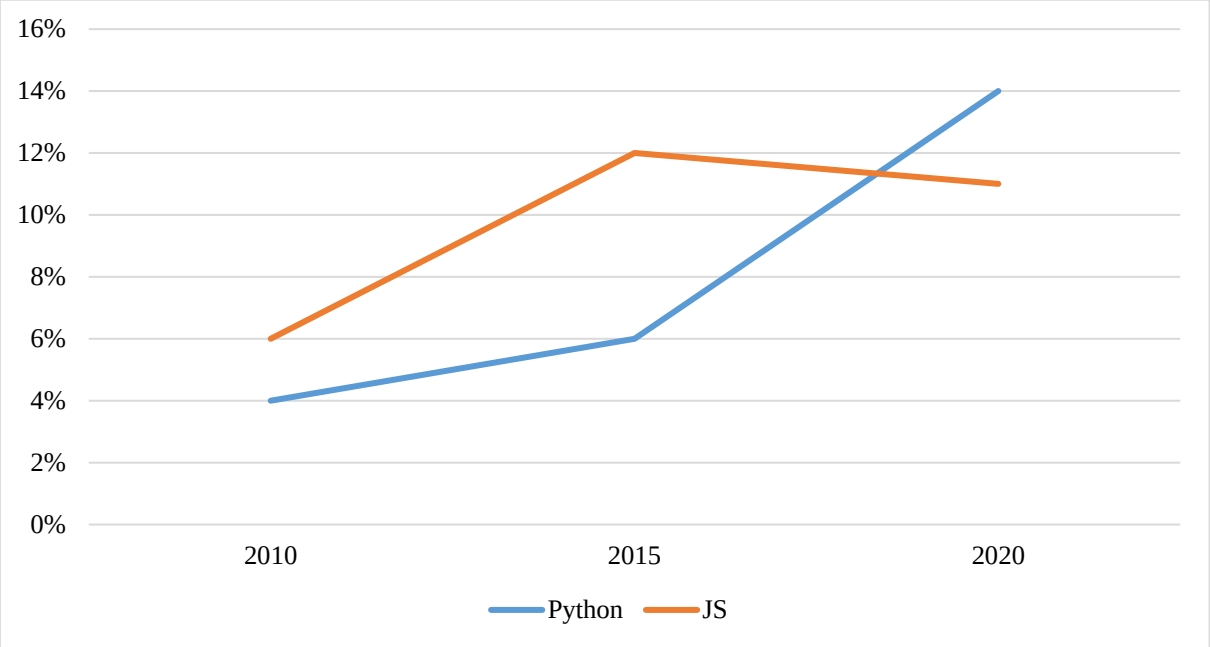

Рисунок 1 – **Динамика изменения популярности Python и JavaScript с 2010 по 2020 гг.**

Примечание – Разработка автора на основе [10].

Применение таких подходов более распространено в западных странах, уже существуют платформы с использованием технологий адаптивного обучения: Knewton, Cerego, Smart Sparrow, McGraw-Hill [1]. Ряд платформ предоставляют свои услуги на платной основе, а также распознают только английский язык, что в текущих условиях не подходит для таких стран, как Беларусь, Россия, Украина и др.

Создание адаптивной образовательной среды также является инструментом повышения эффективности непрерывного образования. Подобная среда подразумевает индивидуальный подход к обучающимся с разными возможностями. Таким образом материал будет усвоен на максимальном уровне способностей обучающегося. Во многих работах прошлого десятилетия подобный подход упоминается чаще в рамках работы с учениками с нарушениями развития [2], однако исходя из практического применения адаптивной образовательной среды можно сделать вывод о том, что подход универсален и является действенным с точки зрения объема и качества усвоенной информации.

Образовательные платформы на основе learning management system позволяют осуществить сбор данных больших объемов для дальнейшего их анализа. Проанализировав полученные данные, преподаватель имеет возможность сделать вывод о том, что изменить в программе учебной дисциплины или в подходах к обучению на учебных занятиях, а также составить примерный профиль каждого студента и учебной группы. Learning management system, в частности Moodle (eduecon.bsu.by) позволяет

автоматизировать сбор big data, а также представляет собой надежное хранилище данных и платформу для их анализа. Автор статьи «Use of machine learning techniques for educational proposes: a decision support system for forecasting students' grades» Сотирис Котсиантис впервые исследовал применение методов машинного обучения в образовательных практиках.

Онлайн обучение дает намного больше преимуществ в специфике и в процессе сбора данных, так как система автоматически может зафиксировать данные, которые потенциально могут быть полезны:

- время просмотра обучающих материалов;
- скорость прохождения тестов;
- количество попыток прохождения теста;
- время; затраченное на ответ;
- темы; на которых студент затрудняется сразу дать ответ;
- тип информации; который усваивается наилучшим образом;
- многие другие данные.

На основании полученных данных можно спрогнозировать результаты студентов по учебному предмету на основании регрессионных алгоритмов. Подобный анализ и прогноз необходим для использования в качестве аналитического инструмента поддержки и принятия решений для преподавателей. Заранее имея примерную статистику, каждый студент сможет получить от преподавателя дополнительные материалы и необходимую поддержку для освоения учебной программы [9].

Понятию интеллектуального анализа данных в сфере образования присвоен термин Educational Data Mining (EDM). Простейший процесс мониторинга и управления качеством обучения состоит из следующих этапов: сбор и обработка данных, оценка фактического состояние, прогноз будущего состояния, оценка прогнозного состояния, управление качеством. Применение механизмов машинного обучения не ограничивается вычислением прогнозных значений различных данных. Упрощение и улучшение процесса принятия организационно-педагогических решений осуществляется за счет использования интеллектуального анализа данных. Сформированная стратегия управления в образовании позволяет устроить учебный процесс наиболее эффективно.

Библиографические ссылки

1. Адаптивное обучение : Словарь-справочник по корпоративному обучению. СберУниверситет : [Электронный ресурс] / СберУниверситет – Корпоративный университет Сбербанка. 2018. URL: https://sberuniversity.ru/edutech-club/glossary/390/ (дата доступа: 11.09.2021).
2. Скрипниченко В. В. Адаптивная образовательная среда как условие формирования коммуникативных навыков у учащихся с множественными нарушениями развития: дис. … канд. пед. наук: 13.00.03 ; Астраханский гос. Университет. Астрахань, 2006. 176 с.
3. В Китае объявлено о многомиллиардных инвестициях в инновации и блокчейн COINLIFE.COM : [Электронный ресурс] / COINLIFE.COM – новости, майнинг, криптовалюты, биржи, статистика, биткоин, эфириум. 2020. URL: https://coinlife.com/news/v-kitae-objavleno-o-mnogomilliardnyh-investicijah-v-innovacii-i-blokchejn/ (дата доступа: 10.09.2021).
4. Отчет по отрасли ИКТ в Республике Казахстан – KPMG Kazakhstan : [Электронный ресурс] / KPMG International – KPMG Global. 2018. URL: https://home.kpmg/kz/ru/home/insights/2018/03/ikt.html (дата доступа: 09.09.2021).
5. Учимся управлять машинным обучением – KPMG Kazakhstan : [Электронный ресурс] / KPMG International – KPMG Global. 2018. URL: https://home.kpmg/kz/ru/home/insights/2018/10/fintech100.html (дата доступа: 09.09.2021).
6. Вайнштейн Ю. В. Педагогическое проектирование персонализированного адаптивного предметного обучения студентов вуза в условиях цифровизации: дис. …д. пед. наук. Красноярск : СФУ, 2021. 425 с.

7. Белякова Е. Г., Захарова И. Г. Взаимодействие студентов вуза с образовательным контентом в условиях информационной образовательной среды // Образование и наука. 2019. Т. 21. № 3. С. 77–105.

8. Для чего используется Python : [Электронный ресурс] / BP Best Programmer. 2020. URL: https://bestprogrammer.ru/programmirovanie-i-razrabotka/dlya-chego-ispolzuetsya-python (дата доступа: 10.09.2021).

9. Kotsiantis S. B. Use of machine learning techniques for educational proposes: A decision support system for forecasting students' grades // Artif. Intell. Rev. 2012. Т. 37. № 4. С. 331–344.

10. Stack Overflow – Where Developers Learn, Share, & Build Careers : [Electronic resource]. 2021. URL: https://stackoverflow.com/ (дата доступа: 10.09.2021).

УДК 338.984

КАДРОВЫЕ, УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Е. А. Колодей[1], Ю. Е. Славнова[2], Л. О. Кулакова[3] (*научный руководитель*)

[1] *студент, Брестский государственный технический университет, Брест, Республика Беларусь, kolodeiliza@list.ru*

[2] *студент, Брестский государственный технический университет, Брест, Республика Беларусь, kolodeiliza@list.ru*

[3] *старший преподаватель, Брестский государственный технический университет, Брест, Республика Беларусь, lejla67@mail.ru*

В данной работе осуществляется анализ значения персонала в цифровом развитии предприятия. Акцент внимания направлен на основную задачу цифровой экономики. Раскрывается понятие «цифровая трансформация» и её роль. Описывается функция использования цифровых технологий в системе управления персоналом. Определяется зависимость управленческих решений от других понятий. Приводятся примеры форм, способствующих актуализации цифровых технологий.

Ключевые слова: управление персоналом; цифровые технологии; цифровая экономика.

HR MANAGEMENT AND SOCIO-ECONOMIC ASPECTS OF DIGITAL TRANSFORMATION

E. A. Kolodei[1], Y. E. Slavnova[2], L. O. Kulakova[3] (*supervisor*)

[1] *Student, Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus, kolodeiliza@list.ru*

[2] *Student, Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus, kolodeiliza@list.ru*

[3] *Senior Lecturer, Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus, lejla67@mail.ru*

This article analyzes the importance of personnel in the digital development of an enterprise. The focus is on the core challenge of the digital economy. The concept of «digital transformation» and its role are revealed. The function of using digital technologies in the personnel management system is described. The dependence of management decisions on other concepts is determined. Examples of forms that contribute to the actualization of digital technologies are given.

Keywords: human resource management; digital technologies; digital economy.

Потенциал социально-экономических отношений зависит от прогресса информационно-цифровых технологий. Основная черта современной экономики – ускоренные преобразования, которые происходят в развитии информационного общества, формировании цифровой экономики и трансформации всех сфер работ.