

TA'LIMDA O'QUV ANALITIKASI VA MA'LUMOTLARNI INTELLEKTUAL TAHLIL QILISH: MOHIYATI, FARQLARI VA O'ZARO TO'LDIRUVCHANLIGI

Murtazayev Baxtiyor Murtaza o'g'li
Shahrisabz shahar 10-maktab direktori
ORCID: 0009-0007-4331-5335

Annotatsiya. Ushbu maqolada ta'limda Data-Driven yondashuvning rivojlanishi natijasida shakllangan ikki ixtisoslashgan ilmiy-amaliy soha – o'quv analitikasi (Learning Analytics, LA) va ta'lim ma'lumotlarini intellektual tahlil qilish (Educational Data Mining, EDM)ning mohiyati, kelib chiqishi va metodologik asoslari yoritiladi. Ikki soha o'rtasidagi asosiy farqlar – insayt yaratishda inson va algoritmning roli, holistik va reduksionistik yondashuvlar, moslashtirish yo'nalishi hamda qo'llaniladigan usullar tizimli tahlil qilinadi. Tadqiqotda LA va EDM raqobatlashuvchi emas, balki bir-birini to'ldiruvchi yondashuvlar sifatida talqin etiladi hamda ularni pedagogik amaliyotda uyg'un qo'llash bo'yicha metodik takliflar asoslanadi.

Kalit so'zlar: raqamli ta'lim, o'quv analitikasi, Learning Analytics, Educational Data Mining, raqamli izlar, insayt, klasterlash, prognozlash, analitik panel, Data-Driven yondashuv.

УЧЕБНАЯ АНАЛИТИКА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ: СУЩНОСТЬ, РАЗЛИЧИЯ И ВЗАИМОДОПОЛНЯЕМОСТЬ

Муртазаев Бахтиёр Муртаза оглы
Директор Шахрисабзской городской школы №10
ORCID: 0009-0007-4331-5335

Аннотация. В статье раскрываются сущность, происхождение и методологические основы двух специализированных научно-практических областей, сформировавшихся в результате развития Data-Driven подхода в образовании, – учебной аналитики (Learning Analytics, LA) и интеллектуального анализа образовательных данных (Educational Data Mining, EDM). Систематически анализируются ключевые различия между ними: роль человека и алгоритма в генерации инсайтов, холистический и редукционистский подходы, направленность адаптации, а также применяемые методы. LA и EDM рассматриваются не как конкурирующие, а как взаимодополняющие подходы; обосновываются методические предложения по их согласованному применению в педагогической практике.

Ключевые слова: цифровое образование, учебная аналитика, Learning Analytics, Educational Data Mining, цифровые следы, инсайт, кластеризация, прогнозирование, аналитическая панель, Data-Driven подход.

LEARNING ANALYTICS AND EDUCATIONAL DATA MINING: ESSENCE, DIFFERENCES AND COMPLEMENTARITY

Murtazayev Bakhtiyor Murtaza oglu
Director of Shahrisabz City School No. 10
ORCID: 0009-0007-4331-5335

Abstract. This article examines the essence, origins and methodological foundations of two specialized research fields that emerged from the development of the data-driven approach in education: learning analytics (LA) and educational data mining (EDM). The key differences between them are systematically analyzed, including the role of humans and algorithms in

generating insights, holistic versus reductionist perspectives, the orientation of adaptation and the methods employed. LA and EDM are interpreted not as competing but as complementary approaches, and methodological proposals for their coordinated use in pedagogical practice are substantiated.

Keywords: digital education, learning analytics, educational data mining, digital traces, insight, clustering, prediction, learning dashboard, data-driven approach.

Kirish (Introduction). Oliy ta'limning raqamlashuvi o'quv jarayonini boshqarish mexanizmlarini tubdan o'zgartirmoqda. Ta'limni boshqarish tizimlari, elektron ta'lim platformalari, intellektual o'qitish tizimlari va ommaviy ochiq onlayn kurslar (MOOC) ta'lim oluvchining raqamli muhitdagi har bir harakatini – materialni ko'rish, topshiriqni bajarish, yordam olish, muhokamada ishtirok etishni qayd etib bormoqda. Natijada ta'lim jarayonida ilgari mavjud bo'lmagan hajmdagi ma'lumotlar massivlari, ya'ni ta'lim oluvchilarning "raqamli izlari" shakllandi.

Pedagogik tahlilning an'anaviy usullari bunday ko'lam va murakkablikdagi ma'lumotlar bilan ishlash uchun yetarli bo'lmay qoldi. Shu ehtiyojga javoban ikki ixtisoslashgan soha vujudga keldi: 2000-yillarning birinchi yarmida data mining va intellektual o'qitish tizimlari zaminida shakllangan EDM hamda 2011-yilda o'tkazilgan Learning Analytics and Knowledge (LAK) birinchi xalqaro konferensiyasi va SoLAR jamiyatining tashkil etilishi bilan boshlang'ich nuqtaga ega bo'lgan o'quv analitikasi.

LA va EDM hamjamiyatlari qisqa vaqt ichida o'z anjumanlari, jurnallari va metodologik an'analarga ega rivojlangan tadqiqot jamoalariga aylandi. EDM hisoblash usullarini ishlab chiqish va qo'llashga urg'u berib, aniq fanlar, informatika va statistikaga moyilroq bo'lsa, o'quv analitikasiga ijtimoiy-gumanitar fanlar, pedagogika, psixologiya va o'qitish nazariyasi kuchliroq ta'sir ko'rsatdi. Shu sababli LA ma'lumotlarni mazmunli talqin qilish va analitik jarayonda inson ishtirokiga ko'proq e'tibor qaratadi.

Ikkala soha ham umumiy maqsadga – ma'lumotlarni tahlil qilish orqali ta'lim jarayonini tushunish va takomillashtirishga qaratilgan. Biroq ular turli metodologik an'analarga tayanadi, turli usullar majmuidan foydalanadi hamda xulosa chiqarish va qaror qabul qilishda inson va algoritm rolini turlicha belgilaydi. Tahlil vositalarini joriy etayotgan ta'lim tashkilotlari avtomatlashtirilgan algoritmik yechimlarga yoki inson mulohazasini qo'llab-quvvatlovchi vositalarga tayanish masalasiga duch kelmoqda.

Maqolaning maqsadi o'quv analitikasi va EDMning mohiyati, ta'riflari va ular o'rtasidagi asosiy farqlarni ilmiy-metodik jihatdan yoritish hamda ularni pedagogik amaliyotda bir-birini to'ldiruvchi tarzda qo'llash bo'yicha takliflarni asoslashdan iborat.

Tadqiqot metodologiyasi (Research Methodology). Tadqiqotda o'quv analitikasi va EDM sohalariga oid xorijiy ilmiy manbalar tizimli-qiyosiy yondashuv asosida tahlil qilindi. Maqola mazmuni mavjud nazariy qarashlarni umumlashtirish, ikki sohaning ta'riflari, maqsadlari va usullarini taqqoslash hamda ularni didaktik nuqtai nazardan talqin qilishga tayangan holda shakllantirildi.

Metodologik asos sifatida G.Siemens va R.Beykerning LA va EDM o'rtasidagi munosabatlarga bag'ishlangan qiyosiy tahlili, SoLAR jamiyatining o'quv analitikasiga bergan ta'rifi, K.Romero va S.Ventura hamda R.Beyker va K.Yasefning EDM holatiga oid sharhlari olindi. Shuningdek, o'z-o'zini tartibga soluvchi ta'lim va ijtimoiy konstruktivizm nazariyalari ma'lumotlarni mazmunli talqin qilishning pedagogik asosi sifatida inobatga olindi.

Ikki sohani taqqoslash mezonlari sifatida insayt generatsiyasi, avtomatlashtirishning roli, tizimga nuqtai nazar, sohaning kelib chiqish manbalari, moslashtirish yo'nalishi va namunaviy

usullar ajratildi. Ushbu mezonlar LA va EDMning o'ziga xosligini aniqlash hamda ularning pedagogik imkoniyatlarini baholash uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Tahlil natijalarini umumlashtirishda ikki sohaning funksional o'rni Data-Driven yondashuv doirasida ko'rib chiqildi. Bunda EDM ma'lumotlardan yangi bilimlarni "ishlab chiqaruvchi", o'quv analitikasi esa ushbu bilimlarni inson uchun harakatga yaroqli shaklda "yetkazib beruvchi" komponent sifatida talqin etildi.

Ikki sohaning funksional imkoniyatlarini yoritish uchun matematika fanidan onlayn o'quv platformasiga oid gipotetik misol modellashtirildi. Unda platforma topshiriqlarga sarflangan vaqt, urinishlar soni, foydalanilgan maslahatlar, mavzularni o'rganish tartibi va nazorat ishlari natijalarini qayd etadi deb faraz qilindi. Mazkur misol empirik tajriba emas, balki LA va EDM rollarini aniqlashga xizmat qiluvchi illyustrativ model hisoblanadi.

Natijalar va muhokama (Results and Discussions). Tahlillar shuni ko'rsatadiki, SoLAR ta'rifiga ko'ra o'quv analitikasi o'qitish jarayonini va u kechadigan o'quv muhitini tushunish va optimallashtirish maqsadida ta'lim oluvchilar va ularning kontekstlari haqidagi ma'lumotlarni o'lchash, to'plash, tahlil qilish va taqdim etishdir. Ushbu ta'rif butun ma'lumotlar siklini qamrab oladi va tahlilning o'zini emas, balki o'qitishni tushunish va yaxshilashni asosiy maqsad sifatida belgilaydi.

O'quv analitikasining muhim xususiyati uning insonga yo'naltirilganligidir. Tahlil natijalari analitik panellar (dashboards), vizuallashtirishlar va hisobotlar shaklida taqdim etiladi, mazmunli xulosalarni esa inson – tahlilchi, o'qituvchi yoki ta'lim oluvchining o'zi yaratadi. Avtomatlashtirilgan hisoblash usullari bunda yordamchi rol o'ynaydi. O'quv analitikasi ta'lim jarayoniga holistik qaraydi va ijtimoiy tarmoqlar tahlili, diskurs tahlili hamda faollik tahlili kabi usullarga tayanadi.

O'quv analitikasi ta'rifida nafaqat ta'lim oluvchilar, balki ularning kontekstlari ham ta'kidlanadi. Bu alohida ta'lim oluvchining izolyatsiyalangan faoliyatini emas, balki o'quv vazifalarining tabiati, muhit xususiyatlari va ijtimoiy o'zaro ta'sirni hisobga olishni anglatadi. O'qituvchi uchun bu muayyan ta'lim oluvchi haqidagi ma'lumotlar har doim kontekstda, ular olingan sharoitdan ajratilmagan holda talqin qilinishi kerakligini bildiradi. Shuningdek, o'quv analitikasi o'z xulosalarini o'z-o'zini tartibga soluvchi ta'lim, faollik va ijtimoiy konstruktivizm nazariyalari asosida qurishga intiladi. Bunday nazariy asoslilik ma'lumotlardagi korrelyatsiyalarni qayd etish bilan cheklanmay, ularni mazmunli tushuntirish va oqilona pedagogik harakatlarga aylantirish imkonini beradi.

EDM esa ta'lim muhitidan kelayotgan ma'lumotlarni tahlil qilish usullarini ishlab chiqadigan va ularni ta'lim oluvchilar hamda kontekstlarni chuqurroq tushunish uchun qo'llaydigan soha sifatida ta'riflanadi. Uning asosiy xususiyati – qonuniyatlarni avtomatik aniqlovchi algoritmlarga tayanish. Algoritm bu yerda nafaqat qayta ishlash vositasi, balki bilimlarni izlashning faol subyekti sifatida namoyon bo'ladi va inson e'tiboridan chetda qolishi mumkin bo'lgan tuzilmalarni aniqlaydi.

EDMning ikkinchi o'ziga xosligi reduksionistik yondashuv bo'lib, murakkab ta'lim hodisasini alohida komponentlarga ajratish va ularning modellarini yaratishga intilishda namoyon bo'ladi. EDM an'anaviy ravishda ta'lim oluvchini modellashtirishga (student modeling) katta e'tibor qaratadi va inson bevosita aralashuvisiz ta'lim tizimlarini avtomatlashtirilgan moslashtirishga yo'naltirilgan.

Avtomatlashtirilgan aniqlashga tayanish EDMga muhim afzalliklar beradi: algoritmlar tadqiqotchi o'ylamagan aloqalarni dastlabki taxminlarsiz topadi, tez, izchil va takrorlanadigan tarzda ishlaydi, charchoq yoki tarafkashlikka uchramaydi. Zamonaviy ta'lim platformalari ta'lim oluvchilar harakatlarining millionlab yozuvlarini yaratadi va bu oqimdagi qonuniyatlarni qo'lda

aniqlashning imkoni yo‘q. Biroq bu kuchli tomon zaif tomonga ham aylanishi mumkin: algoritmlar mazmunli qonuniyatni ham, tasodifiy yoki noto‘g‘ri moslikni ham bir xil tayyorlik bilan aniqlaydi. Shu bois EDM natijalari manba ma’lumotlarining sifatiga yuqori talab qo‘yadi hamda tanqidiy tekshiruv va inson talqini talab etadi.

R.Beyker tasnifiga ko‘ra EDM usullari quyidagi toifalarni qamrab oladi: prognozlash (tasniflash, regressiya, yashirin xususiyatlarni baholash), klasterlash, o‘zaro aloqalarni izlash (assotsiativ qoidalar, ketma-ketlik va korrelyatsion tahlil), inson hukmi uchun ma’lumotlarni distillash hamda modellar yordamida aniqlash. Inson hukmi uchun ma’lumotlarni distillash va o‘quv muvaffaqiyatini prognozlash kabi usullar ikkala sohaga ham tegishli bo‘lib, ularning kesishuv nuqtasini tashkil etadi.

Ikki soha usullarining qiyosiy xaritasi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. O‘quv analitikasi va EDMning asosiy usullari

O‘quv analitikasi (LA) Intellectual tahlil (EDM)

Vizuallashtirish va analitik panellar Tasniflash (toifa bashorati)

Ijtimoiy tarmoqlar tahlili Klasterlash (guruhlarini ajratish)

Diskurs va mazmun tahlili Regressiya va qiymatlarni prognozlash

Ishtirok tahlili Assotsiativ qoidalarini izlash

O‘quv muvaffaqiyatini prognozlash Harakatlar ketma-ketligini tahlil qilish

Anglash modellari (sensemaking) Ta’lim oluvchilarni modellashtirish

O‘quv analitikasi natijalarini oxirgi foydalanuvchiga yetkazuvchi asosiy vosita analitik panellardir. Ta’lim oluvchi panellari o‘z taraqqiyotini kuzatish, uni mezonlar bilan taqqoslash va o‘z faoliyatini sozlash imkonini berib, ta’limda o‘z-o‘zini boshqarishni qo‘llab-quvvatlaydi; o‘qituvchi panellari esa qiyinchilikka duch kelayotgan ta’lim oluvchilarni aniqlash va guruh dinamikasini baholashga yordam beradi. Samarali panel qaror qabul qilish uchun mazmunli ko‘rsatkichlarni taqdim etishi, maxsus tayyorgarliksiz tushunarli bo‘lishi va passiv kuzatish o‘rniga mazmunli harakatlarni rag‘batlantirishi kerak. Noto‘g‘ri loyihalangan panel esa ta’lim oluvchining o‘z rivojlanishi hisobiga boshqalar bilan taqqoslashga haddan tashqari berilishiga olib kelishi mumkin.

Qiyosiy tahlil asosida ikki soha o‘rtasidagi asosiy farqlar quyidagicha tizimlashtirildi: birinchidan, LA da insaytni inson yaratadi, EDM da esa yetakchi rolni algoritmlar o‘ynaydi; ikkinchidan, LA holistik, EDM reduksionistik nuqtai nazarga ega; uchinchidan, EDM ta’lim dasturiy ta’minoti va ta’lim oluvchini modellashtirishdan, LA esa semantik texnologiyalar va ijtimoiy fanlardan kelib chiqqan; to‘rtinchidan, EDM tizimlarni avtomatik moslashtirishga, LA esa o‘qituvchi va ta’lim oluvchini xabardor qilishga yo‘naltirilgan.

Ikki sohaning qiyosiy tavsifi 2-jadvalda umumlashtirilgan.

2-jadval. O‘quv analitikasi va EDM o‘rtasidagi asosiy farqlar

Mezon O‘quv analitikasi (LA) Intellectual tahlil (EDM)

Insayt generatsiyasi Yetakchi rolni inson-tahlilchi o‘ynaydi Yetakchi rolni avtomatik algoritmlar o‘ynaydi

Avtomatlashtirish roli Yordamchi, insonni qo‘llab-quvvatlash Markaziy, qonuniyatlarni aniqlash

Tizimga nuqtai nazar Holistik, tizim yaxlitlik sifatida Reduksionistik, komponentlar tahlili

Manbalar Semantik texnologiyalar, ijtimoiy fanlar Ta’lim dasturiy ta’minoti, ta’lim oluvchini modellashtirish

Moslashtirish O‘qituvchi va ta’lim oluvchini xabardor qilish Tizimlarni avtomatlashtirilgan

moslashtirish

Namunaviy usullar Vizuallashtirish, tarmoqlar va diskurs tahlili Tasniflash, klasterlash, aloqalarni izlash

Shu bilan birga, bu farqlar qat'iy chegaralar emas, balki urg'u va moyilliklar xarakteriga ega. G.Siemens va R.Beykerning o'zlari ikki hamjamiyat o'rtasida ajralishga emas, balki muloqot va hamkorlikka chaqirgan. Uzoq vaqt alohida rivojlangan ikki hamjamiyatning sun'iy ajralishi LANi EDMning hisoblash qat'iyligidan, EDMni esa LAGa xos nazariy asoslangan talqindan mahrum qilgani ma'lum bo'ldi.

Amaliyotda ikki sohani uyg'un qo'llash quyidagicha kechadi: EDM algoritmlari ta'lim oluvchilar guruhlarini klasterlash, muvaffaqiyat ehtimolini prognozlash va tipik o'quv trayektoriyalarini aniqlash vazifasini bajaradi; o'quv analitikasi vositalari esa ushbu natijalarni o'qituvchiga analitik panel ko'rinishida taqdim etadi. Yakuniy pedagogik qaror – kim bilan individual suhbat o'tkazish, qaysi mavzuni qayta tushuntirish, kimga qo'shimcha topshiriq berish – o'qituvchi zimmasida qoladi.

Gipotetik misolda ikki sohaning rollari 3-jadvalda umumlashtirildi.

3-jadval. Illyustrativ misolda EDM va LANing bir-birini to'ldiruvchi rollari

Jihat EDM hissasi LA hissasi

Ma'lumotlarni qayta ishlash Katta massivlarni avtomatik tahlil qilish M u h i m ko'rsatkichlarni saralash

Guruhlarni aniqlash Ta'lim oluvchilarni klasterlash Guruhlarni pedagogik talqin qilish

Prognoz Muvaffaqiyat ehtimoli modeli Prognozni tekshirish va tushunish

TaqdimotMa'lumotlarni tayyorlash O'qituvchilar uchun ko'rgazmali panellar

Qaror Avtomatik tavsiyalar O'qituvchining yakuniy qarori

Mazkur yondashuv inson va algoritm o'rtasida rollarni oqilona taqsimlashni talab qiladi. Insayt inson tomonidan yaratilganda qaror uchun javobgarlik aniq belgilanadi; qonuniyat algoritm tomonidan aniqlanib, qaror avtomatik qabul qilinganda esa javobgarlik masalasi murakkablashadi. Shu sababli “inson markazlashgan” va “algoritm markazlashgan” strategiyalar o'rtasidagi tanlov nafaqat metodologik, balki huquqiy va axloqiy ahamiyatga ham ega.

LA va EDM ta'lim ma'lumotlarini tahlil qilish sohasini to'liq qamrab olmaydi. Ularga turdosh bo'lgan akademik analitika (academic analytics) ta'lim tashkiloti va umuman ta'lim tizimi darajasida boshqaruv, prognozlash, resurslarni taqsimlash va strategik rejalashtirish masalalarini hal qiladi. Ta'limda sun'iy intellekt (AIED) yo'nalishi esa adaptiv tizimlar, intellektual o'qitish tizimlari va tavsiya tizimlarini yaratadi hamda EDM bilan chambarchas bog'liq: intellektual tahlil natijalari ko'pincha adaptiv tizimlarni qo'llab-quvvatlovchi modellarni yaratishda foydalaniladi. Kurs va guruh darajasiga yo'naltirilgan o'quv analitikasi pedagogning kundalik ishiga yaqinroq bo'lib, ta'lim muassasasining o'zi tomonidan amalga oshirilishi mumkin, EDM esa ko'pincha tadqiqotchilar va ta'lim texnologiyalari ishlab chiquvchilari tomonidan qo'llaniladi.

Xulosa va takliflar (Conclusion/Recommendations). O'quv analitikasi va ta'lim ma'lumotlarini intellektual tahlil qilish ta'limning raqamlashuvi va ta'lim ma'lumotlari hajmining o'sishiga javoban vujudga kelgan, o'quv jarayonini tushunish va takomillashtirishga qaratilgan bir-birini to'ldiruvchi yondashuvlardir. Ular o'rtasidagi asosiy farq – insaytni kim yaratishi va qarorni kim qabul qilishi – ularning kuchli tomonlari va afzal qo'llanish sohaslarini belgilaydi, biroq ularni bir-biriga qarama-qarshi qo'ymaydi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, EDM inson bajara olmaydigan miqyosda ma'lumotlardan bilimlarni ajratib olish imkonini bersa, o'quv analitikasi ushbu bilimlarni inson uchun anglangan,

qo‘llanila oladigan va hisobotdor qiladi. So‘nggi yillarda bu sohalarni ta‘lim ma‘lumotlari haqidagi fan (educational data science) doirasida integratsiyalash tendensiyasi kuzatilmoqda.

Amaliy tavsiya sifatida, birinchidan, oliy ta‘lim muassasalarida analitik vositalarni tanlashda ularning LA yoki EDM an‘anasiga mansubligini va o‘qituvchi rolini aniq belgilash; ikkinchidan, EDM natijalarini o‘qituvchilar uchun tushunarli analitik panellar orqali taqdim etish; uchinchidan, pedagoglarning ma‘lumotlar bilan ishlash savodxonligini oshirish; to‘rtinchidan, muhim pedagogik qarorlarda inson nazoratini saqlab qolish maqsadga muvofiqdir.

Ta‘lim muassasalari uchun muhim amaliy xulosa shundaki, o‘quv analitikasining kurs va guruh darajasidagi vositalari muassasaning o‘z kuchi bilan joriy etilishi mumkin, murakkab EDM modellari esa ko‘pincha tashqi hamkorlik yoki tayyor texnologik yechimlarni talab qiladi. Ushbu farqni tushunish qaysi yondashuvni ichki imkoniyatlar hisobiga, qaysi birini hamkorlikda amalga oshirish mumkinligini real baholashga yordam beradi.

Umuman olganda, LA va EDM o‘rtasidagi munosabatni qarama-qarshilik emas, balki mehnat taqsimoti va o‘zaro to‘ldirish nuqtai nazaridan ko‘rib chiqish lozim. Aynan avtomatlashtirilgan tahlilning hisoblash kuchi bilan insonning mazmunli tushunishi va mas‘uliyatining uyg‘unlashuvi ta‘limda Data-Driven yondashuvning mazmunli o‘zagini tashkil etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-6079-son Farmoni. “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida. – Toshkent, 2020.
2. Siemens G., Baker R.S.J.d. Learning Analytics and Educational Data Mining: Towards Communication and Collaboration // Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK’12). – 2012. – P. 252–254.
3. Baker R.S.J.d., Yacef K. The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions // Journal of Educational Data Mining. – 2009. – Vol. 1, № 1. – P. 3–17.
4. Romero C., Ventura S. Educational Data Mining: A Survey from 1995 to 2005 // Expert Systems with Applications. – 2007. – Vol. 33, № 1. – P. 135–146.
5. Romero C., Ventura S. Educational Data Mining and Learning Analytics: An Updated Survey // WIREs Data Mining and Knowledge Discovery. – 2020. – Vol. 10, № 3.
6. Ferguson R. Learning Analytics: Drivers, Developments and Challenges // International Journal of Technology Enhanced Learning. – 2012. – Vol. 4, № 5/6. – P. 304–317.
7. Papamitsiou Z., Economides A. Learning Analytics and Educational Data Mining in Practice: A Systematic Literature Review of Empirical Evidence // Educational Technology & Society. – 2014. – Vol. 17, № 4. – P. 49–64.