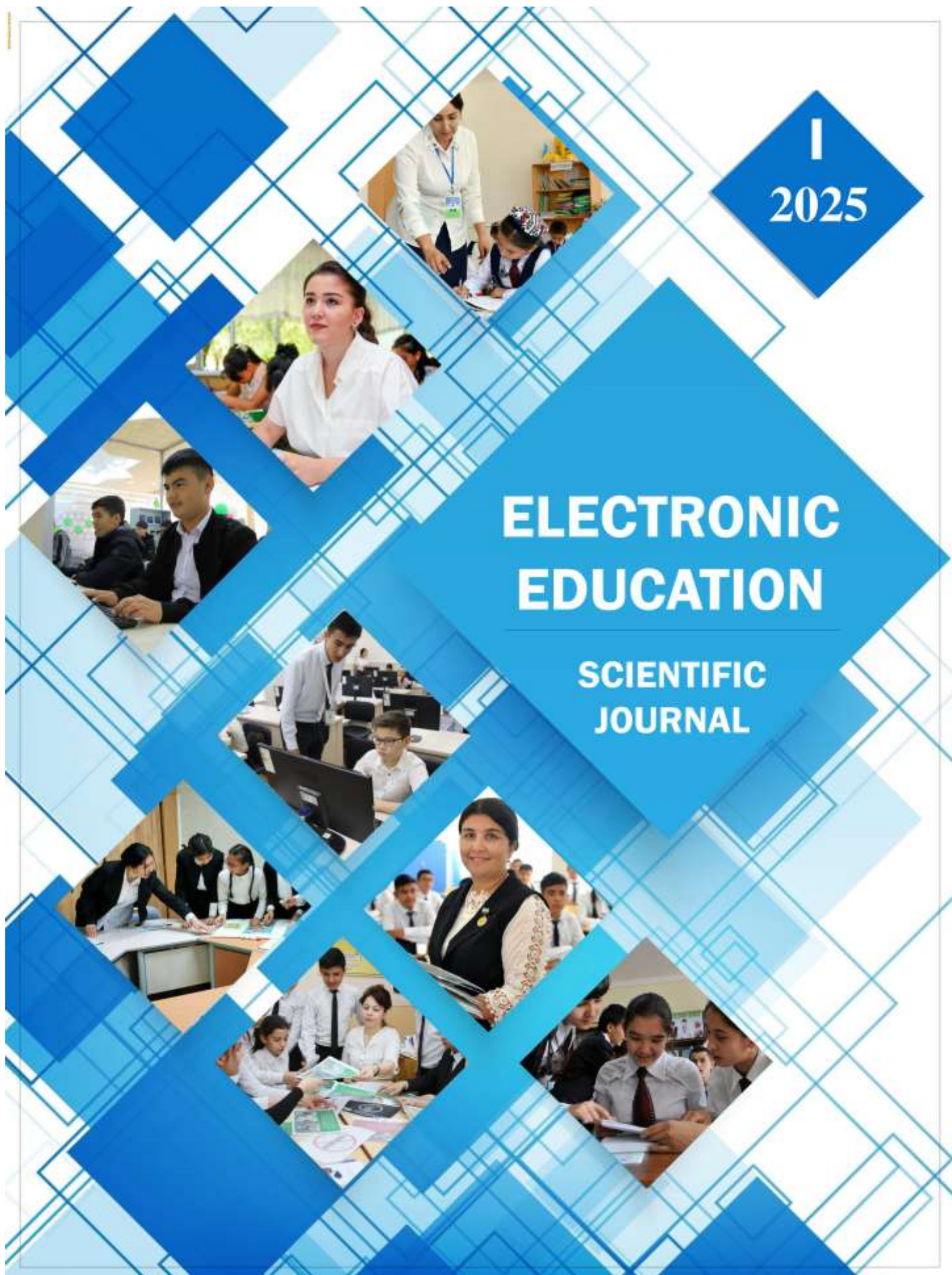


I
2025

ELECTRONIC EDUCATION

SCIENTIFIC
JOURNAL



TAHRIRIYAT

Bosh muharrir

Laqayev Saidaxmad Norjigitovich
fizika-matematika fanlari doktori, akademik

Bosh muharrir o‘rinbosari

Ro‘ziyev Rauf Axmadovich
fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

Mas’ul muharrir

Mirsanov Uralboy Mukhammadiyevich
pedagogika fanlari doktori DSc, professor

Editor-in-Chief

Saidakhmad Norjigitovich Lakayev
doctor of physical and mathematical sciences,
academician

Deputy Editor-in-Chief

Ruziyev Raup Akhmadovich
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor

Responsible editor

Mirsanov Uralboy Mukhammadiyevich
doctor of Pedagogical Sciences DSc, Professor

TAHRIRIYAT A’ZOLARI

Kalonov Muxiddin Baxriddinovich - iqtisodiyot fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)

Xujjiyev Sodiq Oltiyevich- biologiya fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)

Ibragimov Alimjon Artikbayevich-fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)

Suvonov Olim Omonovich- texnika fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)

Yodgorov G‘ayrat Ro‘ziyevich-fizika- matematika fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)

Nasirova Shaira Narmuradovna-texnika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)

O‘tapov Toyir Usmonovich-pedagogika fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)

Xudoyorov Shuxrat Jumaqulovich- fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent. (O‘zbekiston)

Djurayev Risbay Xaydarovich- akademik (O‘zbekiston)

Shokin Yuriy Ivanovich- akademik (Rossiya)

Negmatov Sayibjon Sodiqovich- akademik (O‘zbekiston)

Aripov Mersaid Mirsiddikovich- fizika-matematika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)

Turabdjano Sadritdin Maxamatdinovich - texnika fanlari doktori, akademik. (O‘zbekiston)

Raximov Isomiddin Sattarovich- fizika-matematika fanlari doktori, professor. (Malayziya)

Shariy Sergey Petrovich- fizika-matematika fanlari doktori, professor. (Rossiya)

Ajimuxammedov Iskandar Maratovich- texnika fanlari doktori, professor. (Rossiya)

Ibraimov Xolboy- pedagogika fanlari doktori, akademik. (O‘zbekiston)

Yunusova Dilfuza Isroilovna- pedagogika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)

Aloyev Raxmatillo Djurayevich- fizika-matematika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)

Abdullayeva Shaxzoda Abdullayevna- pedagogika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)

Mo‘minov Bahodir Boltayevich- texnika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)

Rosmayati Mohemad - professor. (Malayziya)

Zainidin K. Eshkuvatov – fizika-matematikafanlari doktori (DSc). (Malayziya)

Muhammad Suzuri bin Hitam - professor. Malayziya)

Amiza binti Mat Amin- professor. (Malayziya)

Korshunov Igor Lvovich- texnika fanlari nomzodi, dotsent. (Rossiya)

Kolbanyov Mixail Olegovich- texnika fanlari doktori, professor. (Rossiya)

Verzun Natalya Arkadyevna- texnika fanlari nomzodi, dotsent. (Rossiya)

Stelmashonok Yelena Viktorovna- iqtisod fanlari doktori, professor. (Rossiya)

Tatarnikova Tatyana Mixaylovna - texnika fanlari doktori, professor. (Rossiya)

Alekseyev Vladimir Vasilyevich - texnika fanlari doktori, professor. (Rossiya)

Satikov Igor Abuzarovich – fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent. (Belarus)

Boyarshinova Oksana Aleksandrovna – fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent. (Belarus)

Makarenko Sergey Nikolayevich – texnika fanlari nomzodi, dotsent. (Belarus)

Sednina Marina Aleksandrovna – texnika fanlari nomzodi, dotsent. (Belarus)

Xolmurodov Abdulhamid Erkinovich- fizika-matematika fanlari doktori, professor. (O‘zbekiston)

Lutfillayev Maxmud Xasanovich- pedagogika fanlari doktori, dotsent(O‘zbekiston)

Ergasheva Gulruxsor Surxonidinovna - pedagogika fanlari doktori (DSc), dotsent. (O‘zbekiston)

Maxmudova Dilfuza Mileyevna – pedagogika fanlari doktori, professor (O‘zbekiston)

Xudjayev Muxiddin Kushshayevich – texnika fanlari doktori, dotsent (O‘zbekiston).

Ibragimov Abdusattar Turgunovich – texnika fanlari doktori, dotsent (O‘zbekiston).

Norov Abdusaid Murodovich – texnika fanlari
bo'yicha falsafa doktori, dotsent (O'zbekiston).
Yuldoshev Ismoil Abriyevich – pedagogika fanlari
bo'yicha falsafa doktori, dotsent (O'zbekiston).
Karaxonova Oysara Yuldoshevna – pedagogika fanlari
bo'yicha falsafa doktori (O'zbekiston).
Kurbaniyazova Zamira Kalbaevna – pedagogika fanlari
doktori, dotsent. (O'zbekiston)
Jabbarov Oybek Rakhmanovich – texnika fanlari
bo'yicha falsafa doktori, dotsent (O'zbekiston).
Kabiljanova Firuza Azimovna – fizika-matematika
fanlari nomzodi, dotsent. (O'zbekiston)
Baxodirova Umida Baxodirovna – pedagogika fanlari
bo'yicha falsafa doktori, dotsent. (O'zbekiston)
Sharipov Ergash Oripovich – pedagogika fanlari
bo'yicha falsafa doktori, dotsent. (O'zbekiston)
Xamroyeva Dilafro'z Namozovna – fizika-matematika
fanlari bo'yicha falsafa doktori (O'zbekiston).
Toxirov Ferux Jamoliddinovich – pedagogika fanlari
bo'yicha falsafa doktori (O'zbekiston).
Jo'rakulov Tolib Toxirovich – texnik muharrir

© Mazkur jurnal O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy Attestatsiya komissiyasi rayosatining 2022-yil 28-fevraldagi 312/6 qaroriga asosan Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan

Adress: Navoiy sh., Janubiy ko'chasi, 1-A uy. (1-A, South Street, Navoi city) URL:
<http://www.el-nspi.uz>

MUNDARIJA

Aniq fanlarda axborot texnologiyalari

Yakubov M. S., Bekmuxammedov B. N. ADAPTIV TA'LIMNING INSTRUMENTAL VOSITALARI VA ALGORITMLARI	10
Ruziyev R. A. BO'LAJAK O'QITUVCHILARNI RAQAMLI VOSITALAR YORDAMIDA MASHG'ULOTLARNI LOYIHALASHGA OID KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISH USULI	31
Yuldoshev I. A. TARMOQ TEXNOLOGIYALARIDA AXBOROT ALMASHINUV JARAYONINI 3D MODELINI YARATISH VA FOYDALANISH	39
Xolbekov Sh. O., Ochilov Sh. Sh. YAQINLASHUVCHI MONOTON KETMA- KETLIKLARNING ARIFMETIK AMALLARNING BAJARILISHIDAGI TADBIQLARI	49
Absobirov S. Q. TALABALARGA ARDUINO MUHITIDA DASTULASHNI O'RGATISH USULI	59
Husanova S. H. OLIY TA'LIM MUASSASASI TALABALARIGA HISOBLASH TAFAKKURINI O'RGATISHDA MANTIQUIY VA ALGORITMIK FIKRLASHNING O'RNI	68
Begjanova Z. T. SUN'IY INTELLEKT TIZIMLI PEDAGOGIK DASTURIY VOSITALARNI YARATISHGA QO'YILADIGAN TALABLAR VA VOSITALAR	77
Ashurova G. Sh. TALABALARNING MUSTAQIL TA'LIMINI TASHKIL ETISHDA RAQAMLI TA'LIM TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH MUAMMOLARI	84
Xalikov A. T. O'QUVCHILARNING FRILANSERLIKKA OID KOMPETENSIYALARINI SHAKLLANTIRISHDA DARSDAN TASHQARI FAOLIYATDAN FOYDALANISH USULI	97
Xamroyeva D. N., Baxtiyorova N. I. TALABALARNING INTELLEKTUAL SALOHİYATINI RIVOJLANTIRUVCHI MOBIL ILOVA YARATISH VA FOYDALANISH USULI	108
Saidova D. E. OBYEKTGA YO'NALTIRILGAN MODELLASHTIRISH TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISHNING PEDAGOGIK MEXANIZMLAR	119
Ismailov J. A. BULUTLI XIZMATLARDAN TA'LIM JARAYONIDA FOYDALANISHNING AMALIY XUSUSIYATLARI	131
Bozorov A. A. UMUMIY O'RTA TA'LIM MAKTAB O'QUVCHILARINING VIZUAL DASTURLASHGA OID KOMPETENSIYALARINI SHAKLLANTIRISH MODELİ	141
Donayev N. Y. BO'LAJAK MATEMATIKA VA INFORMATIKA O'QITUVCHILARINI TAYYORLASHDA BULUTLI TEXNOLOGIYALARGA ASOSLANGAN AXBOROT-TA'LIM MUHITLARIDAN FOYDALANISH	158
Bobonorova Y. A. TALABALARNING MASHG'ULOTLARNI LOYIHALASHGA OID KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISHDA WEB-PLATFORMALARDAN FOYDALANISH MUAMMOLARI	169

Hoshimov O. P. TALABALARNING OBYEKTGA YO‘NALTIRILGAN DASTURLASH MUHITIDA ILOVALARNI ISHLAB CHIQISHGA OID KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISH MUAMMOLARI	176
Mirzayev I. M. UMUMIY O‘RTA TA’LIM MAKTAB O‘QUVCHILARINING VEB DASTURLASHGA OID KOMPETENSIYALARINI SHAKLANTIRISH MUAMMOLARI	185
Himmatov Sh. O. TALABALARNING FRILANSERLIKKA OID KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTRISH MUAMMOLARI	195
Maxsetova M. M. UMUMIY O‘RTA TA’LIM MAKTABLARIDA KOMPYUTER GRAFIKASINI O‘QITISH USULI	202
Ruziyev R. A., Bo‘ronova O. N. RAQAMLI TA’LIM JARAYONINI SHAKLLANTIRISHNING PEDAGOGIK MAZMUNI VA MAQASADLARI	210
Tabiiy fanlarda axborot texnologiyalari	
Shomurotova X. B. O‘QUVCHILARNING BIOLOGIYA FANIDAN DARSDAN TASHQARI O‘QUV FAOLIYATINI TASHKIL ETISH MODEL	218
Teshayeva M. S. O‘QUVCHILARNING BIOLOGIYA FANIDAN DARSDAN TASHQARI O‘QUV FAOLIYATINI WEB-TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA TASHKIL ETISH METODIKASI	225
Ijtimoiy-gumanitar fanlarda axborot texnologiyalari	
Mirsanov U. M., Tilovov Sh. A. BO‘LAJAK BOSHLANG‘ICH SINIF O‘QITUVCHILARINING MUSTAQIL TA’LIMINI TASHKIL ETISHDA TA’LIM MUHITLARINING AMALIY SAMARADORLIGI	232
Atamuratov R. VIRTUAL-TA’LIMY MUZEYLAR RAQAMLI TA’LIM EKOTIZIMINING TARKIBIY QISMI SIFATIDA	240
Baydjanov B. X. INFORMATSION-ANALITIK KOMPETENTLIK FAKE NEWS VA DEZINFORMATSIYAGA QARSHI KURASHISHNING MUHIM OMILLARIDAN BIRI SIFATIDA	248
Jumanazarov S. S. GLOBALLASHGAN TA’LIM SHAROITIDA “TARBIYA” FANI O‘QITUVCHILARINING UZLUKSIZ KASBIY RIVOJLANTIRISH MODEL	261
Isroilova R. S. BO‘LAJAK BOSHLANG‘ICH SINIF O‘QITUVCHILARINING KASBIY KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISHDA RAQAMLI TA’LIM TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH UCHUN TAYANILADIGAN TAMOYILLAR	268
Tleubayeva Z. S. RAQAMLASHTIRISH SHAROITIDA O‘QUVCHILARNING GLOBAL TARMOQDAN AXLOQIY TARBIYALASH MUAMMOLARI	277
Jorabekov T. K. RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR YORDAMIDA “KOMPYUTER LINGVISTIKASI” FANIDAN AMALIY MASHG‘ULOTLARNI TASHKIL ETISH METODIKASI	287

СОДЕРЖАНИЕ

Информационные технологии в точных науках

Якубов М. С. Бекмухаммедов Б. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА И АЛГОРИТМЫ АДАПТИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	10
Рузиев Р. А. МЕТОД РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗАНЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ	31
Юлдошев И. А. СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ В СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ	39
Холбеков Ш. О., Очилов Ш. ПРИМЕНЕНИЯ ПРИБЛИЖЕНИЯ МОНОТОННЫХ НЕРАВЕНСТВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ	49
Абсобиров С. К. МЕТОД ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРОГРАММИРОВАНИЮ В СРЕДЕ ARDUINO	59
Хусанова С. РОЛЬ ЛОГИЧЕСКОГО И АЛГОРИТМИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМУ МЫШЛЕНИЮ	68
Бегжанова З. Т. ТРЕБОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С СИСТЕМАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	77
Ашурова Г. Ш. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	84
Халиков А. Т. МЕТОД ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ КОМПЕТЕНЦИЙ ФРИЛАНСЕРА У УЧАЩИХСЯ	97
Хамроева Д. Н., Бахтиёрва Н. И. МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ, РАЗВИВАЮЩЕГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧАЩИХСЯ	108
Саидова Д. Э. ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	119
Исмаилов Ж. А. ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	131
Бозоров А. А. МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ВИЗУАЛЬНОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ У УЧАЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ	141
Донаев Н. Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ	158
Бобонорова Я. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕБ-ПЛАТФОРМ В РАЗВИТИИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	169

Хошимов О. ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРИЛОЖЕНИЙ В СРЕДЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	176
Мирзаев И. М. ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЕБ-ПРОГРАММИРОВАНИЯ У УЧАЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ	185
Химматов Ш. О. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ В ОБЛАСТИ ФРИЛАНСИНГА	195
Махсетова М. М. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛАХ	202
Рузиев Р. А., Боронова О. Н. ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ И ЦЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	210
Информационные технологии в естественных науках	
Шомуротова Х. Б. МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕУРОЧНОЙ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО БИОЛОГИИ	218
Тешаева М. МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕУРОЧНОЙ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО БИОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ВЕБ-ТЕХНОЛОГИЙ	225
Информационные технологии в социально-гуманитарных науках	
Мирсанов У.М., Тилозов Ш. А. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕД В ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ	232
Атамуратов Р. ВИРТУАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ МУЗЕИ КАК КОМПОНЕНТ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ	240
Байджанов Б. Х. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР БОРЬБЫ С ФЕЙКОВЫМИ НОВОСТЯМИ И ДЕЗИНФОРМАЦИЕЙ	248
Джуманазаров С. С. МОДЕЛЬ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВОСПИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ	261
Исраилова Р.С. ПРИНЦИПЫ, НА КОТОРЫЕ ОПИРАЮТСЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ	268
Тлеубаева З. С. ПРОБЛЕМЫ НРАВСТВЕННОГО ВОСПИТАНИЯ УЧАЩИХСЯ В ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ	277
Жорабеков Т. К. МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ПРЕДМЕТУ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛИНГВИСТИКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	287

Aniq fanlarda axborot texnologiyalari

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА И АЛГОРИТМЫ АДАПТИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Якубов Максадхан Султаниязович

Ташкентского университета информационных технологий, профессор Узбекистан

Бекмухаммедов Бунёдбек

Кокандского государственного педагогического института, Узбекистан

Аннотация: В данном исследовании рассматриваются модели, алгоритмы и программные средства для адаптивного обучения, отмечается что, традиционные образовательные системы не учитывают индивидуальные особенности учащихся, тогда как адаптивное обучение направлено на персонализацию учебного процесса и повышение его эффективности, проведен анализ существующих адаптивных образовательных систем, выявлены их недостатки, разработан новый инструментальный программный комплекс, интегрированный с Moodle, и проведены его экспериментальные испытания, результаты показали, что созданная система автоматизирует образовательный процесс, формирует индивидуальные траектории обучения и повышает его эффективность.

Ключевые слова: адаптивное обучение, электронное обучение, учебная траектория, Moodle, дистанционное обучение, интеллектуальные образовательные системы, программное обеспечение, учебные модули, генетические алгоритмы, индивидуализированное обучение.

ADAPTIV TA'LIMNING INSTRUMENTAL VOSITALARI VA ALGORITMLARI

Yakubov Maksadxan Sultaniyazovich

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, professor, O'zbekiston

Bekmuxammedov Bunyodbek Nurmuxammad o'g'li

Qo'qon davlat pedagogika instituti, O'zbekiston

Annotasiya: Ushbu tadqiqotda adaptiv ta'lim uchun modellar, algoritmlar va dasturiy vositalar ko'rib chiqilgan. An'anaviy ta'lim tizimlari o'quvchilarning individual xususiyatlarini hisobga olmasligi ta'kidlanadi, holbuki adaptiv ta'lim o'quv jarayonini shaxsiylashtirish va uning samaradorligini oshirishga qaratilgan. Mavjud adaptiv ta'lim tizimlari tahlil qilinib, ularning kamchiliklari aniqlangan, Moodle bilan integratsiyalangan yangi instrumental dasturiy majmua ishlab chiqilgan va uning eksperimental sinovlari o'tkazilgan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, yaratilgan tizim ta'lim jarayonini avtomatlashtiradi, individual ta'lim traektoriyalarini shakllantiradi va samaradorligini oshiradi.

Tayanch so'zlar: adaptiv ta'lim, elektron ta'lim, ta'lim traektoriyasi, Moodle, masofaviy ta'lim, intellektual ta'lim tizimlari, dasturiy ta'minot, ta'lim modullari, genetik algoritmlar, individuallashtirilgan ta'lim.

INSTRUMENTAL TOOLS AND ALGORITHMS FOR ADAPTIVE LEARNING

Yakubov Maksadhan

Tashkent University of Information Technologies, professor, Uzbekistan

Bekmuhammedov Bunyodbek

Kokand State Pedagogical Institute, Uzbekistan

Abstract: This study examines models, algorithms, and software tools for adaptive learning. It highlights that traditional educational systems do not consider the individual characteristics of

learners, whereas adaptive learning aims to personalize the learning process and improve its efficiency. An analysis of existing adaptive educational systems was conducted, their shortcomings were identified, a new instrumental software complex integrated with Moodle was developed, and experimental testing was carried out. The results showed that the created system automates the educational process, forms individualized learning trajectories, and enhances its effectiveness.

Keywords: *adaptive learning, e-learning, learning trajectory, Moodle, distance learning, intelligent educational systems, software, learning modules, genetic algorithms, personalized learning.*

Введение. Применяемые в современном образовании формы обучения, будь то очная или дистанционная, ориентированы в первую очередь на «усредненного» обучаемого и практически не учитывают индивидуальные особенности и потребности студентов: их уровень знаний, способности к обучению, мотивацию, личные предпочтения и т.д. При этом эффективность учебного процесса среди множества факторов и условий его осуществления определяется в том числе и технологией разработки и применения учебно-методических материалов, по которым обучаемые осваивают новые знания и навыки[11,1]. Решением проблемы реализации индивидуального обучения является адаптивное обучение, призванное за счет адаптивных учебных материалов (в общем случае – адаптивного контента) повысить эффективность приобретения новых компетенций[11,2]. Современная интерпретация понятия «адаптивное обучение» предполагает реализацию учебного процесса на основе применения электронных систем обучения (цифровых учебных платформ, систем дистанционного обучения), в которых содержание учебного контента подбирается в автоматическом режиме таким образом, чтобы учесть характеристики и способности конкретного обучаемого.

Обзор литератур. Большой вклад в развитие адаптивного обучения внесли ученые И.П. Норенков, А.В. Соловов, А.И. Башмаков, С.В. Тархов, Г.В. Рыбина, Л.А. Растринин, В.Н. Касьянов, Р. Brusilovsky и др. В большинстве случаев исследования не имели практического воплощения в силу сложности программной реализации систем, относящихся к классу интеллектуальных и экспертных, которые в свою очередь являются требовательными к аппаратно-программному обеспечению и до настоящего момента не имели возможности

быть реализованными в виде клиент-серверных решений, способных функционировать для широкого круга удаленных пользователей[4].

Современные адаптивные системы обучения можно условно разделить на два класса: системы с готовым контентом и инструментальные системы. Производители систем первого класса предоставляют потребителям (образовательным учреждениям) законченные адаптивные электронные курсы, выполненные под заказ или под конкретные образовательные программы[11]. Подобные электронные курсы интегрируются в системы дистанционного обучения (СДО) образовательного учреждения либо размещаются на платформе производителя, к которой открывается доступ пользователям. К таким поставщикам можно отнести компании Knewton, McGraw Hill, Pearson. Системы данного класса не предоставляют инструменты для редактирования и создания контента, исходя из чего не представляют собой интерес для тех потребителей, которые ставят перед собой задачу разработки собственных адаптивных курсов для обеспечения учебного процесса. На решение этой задачи ориентированы системы второго класса, которые представляют собой инструментальное программное обеспечение, предназначенное для создания учебных ресурсов (электронных курсов, тренажеров) с элементами адаптивного обучения. Из известных и доступных для анализа систем можно отметить продукты зарубежных разработчиков: Cerego, IADLearning, Smart Sparrow[11]. Однако данные системы закрыты для разработчиков, имеют высокую стоимость и ряд недостатков методологического и технического характера, не учитывают особенности образования в Узбекистане. Стоит также отметить, что на сегодняшний день на рынке отечественного программного обеспечения не существует решений, предназначенных для разработки и внедрения адаптивных электронных ресурсов.

Методология исследования. Реализация инструментальной учебной системы в технологии адаптивного обучения основывается на применении моделей обучаемого, модели учебного контента, а также модели адаптации.

Разработка новых или выбор существующих моделей является вопросом научного исследования из-за их непосредственного влияния на функциональные возможности системы и адекватности получаемого результата.

Таким образом, актуальной является задача разработки моделей, методов и инструментальной системы для реализации технологии адаптивного обучения[11,5].

Раскрывается понятие адаптивного обучения – в современной интерпретации адаптивное обучение существует вне отрыва от электронного обучения, поскольку реализуется средствами информационных технологий, в основе которых лежат алгоритмы построения *индивидуальных траекторий*. Вводится понятие *модуля* – минимальной единицы учебного контента, которая лежит в основе построения индивидуальной траектории обучения. Модуль имеет метаданные и содержательную часть. В качестве содержания модуля могут выступать текст, графика, видео, аудио либо интерактивные мультимедиа. В состав метаданных модуля входят *субкомпетенции*. Субкомпетенция является элементом декомпозиции компетенций (используемых в образовательных программах) на составные элементы и определяет измеряемый учебный результат, это может быть знание темы, понятия или термина, владение навыком. В практике проектирования адаптивного контента модулям назначаются *входные* субкомпетенции – результаты, которые должен иметь обучаемый для того, чтобы работать с модулем, и *выходные* субкомпетенции – результаты, которые обучаемый обретает после прохождения модуля (для краткости употребления вместо термина «субкомпетенция» может использоваться «компетенция»). Приводится определение *модели студента*, которая представляет собой цифровой образ пользователя в системе, включающий информацию о целях обучения, уровне знаний, индивидуальных характеристиках, способностях к обучению, свойствах памяти и т.д.

Рассматривается архитектура модели адаптивного обучения. В большинстве случаев она состоит из модели предметной области, модели обучаемого и модели адаптации. Анализ ряда работ показал, что при построении адаптивных систем используется общий подход реализации модели предметной области: в качестве элементарного носителя контента выступает модуль; модули находятся в отношениях между собой, образуя двудольный граф; в основе структуры модуля может лежать онтология либо иная структура представления информации и хранения данных, необходимых для работы адаптивных алгоритмов. При реализации модели обучаемого широкое применение обрела *оверлейная* модель обучаемого, которая представляет собой структуру пар «понятие – значение». Значение является оценкой уровня знаний конкретного обучаемого по конкретной компетенции и может измеряться различными шкалами. Подчеркивается, что модель обучаемого динамична и изменяется в ходе работы обучаемого с адаптивной системой. Анализ методов и технологий систем адаптивных гипермедиа показал, что возможна классификация моделей адаптации по двум типам: адаптивное представление контента и адаптивная навигационная поддержка. Наиболее часто в современных системах с поддержкой адаптивного обучения можно встретить реализацию метода *«следующий наилучший»*, относящегося к типу систем навигационной поддержки. Метод предполагает последовательную выдачу обучаемому модулей и проверку знаний, при этом каждая новая выдача основана на предшествующем опыте прохождения модулей[6].

Анализы и результаты. Произведен анализ существующих программных средств реализации адаптивного обучения. Для анализа были выбраны системы: Cerego, IADLearning, Smart Sparrow. Анализ выявил ряд несовершенств у рассматриваемого ПО, а также подтвердил актуальность проблемы, связанной с отсутствием решений для реализации адаптивного обучения посредством инструментальных систем.

В качестве *модели предметной области* и *модели обучаемого* введены обозначения:

1. Множество компетенций курса $K = \{K_j\}$, $j = 1, 2, \dots, m$, где m – количество компетенций.

2. Множество образовательных модулей курса $M = \{M_i\}$, $i = 1, 2, \dots, n$, где n – количество модулей. Модуль описывается четверкой $M_i = (TM_i, KI_i, KO_i, RO_i)$, $i = 1, 2, \dots, n$, где TM_i – время изучения модуля, KI_i и KO_i – списки входных ($KI_i = \{comp_k\}$, $comp_k \in [1, m]$, $k = 1, 2, \dots, ni$) и выходных ($KO_i = \{comp_k\}$, $comp_k \in [1, m]$, $k = 1, 2, \dots, no$) компетенций, RO_i – получаемый уровень знаний для каждой выходной компетенции.

3. Множество групп тестов $T = \{T_j\} = \{\{T_{jk}\}\}$, $j = 1, 2, \dots, m$, $k = 1, 2, \dots, nt_j$, предназначенных для оценки знаний компетенций K . Группа тестов T_j предназначена для проверки знаний по компетенции K_j и может включать один или множество тестов T_{jk} .

4. Время начала курса $t_{нач}$, время окончания курса $t_{кон}$, текущее время $t_{тек}$.

5. Модель обучаемого $S = (HM, HR, RK)$. Здесь компонент HM – это личная история изучения студентом модулей, она содержит идентификаторы модулей и время их изучения, $HM = \{(mod_k, th_k)\}$, $mod_k \in [1, n]$, $k = 1, 2, \dots, nh$. Компонент HR – это история изменения уровня знаний по каждой компетенции, $HR = \{HR_j\} = \{\{(RA_{jk}, tr_{jk})\}\}$, $j = 1, 2, \dots, m$, $k = 1, 2, \dots, nr_j$, где RA_{jk} актуальный уровень знаний студентом компетенции K_j на момент времени tr_{jk} . Если множество $HR_j = \emptyset$, т.е. компетенция K_j еще ни разу не была изучена, то $RA_{j0} = 0$. Компонент RK – это коэффициенты кривой забывания для различного количества повторений студентом учебного материала, $RK = \{(k_r, c_r)\}$, где

коэффициенты k_r и c_r соответствуют количеству повторений r , $r = 1, 2, \dots$

6. Уровень удовлетворительного усвоения учебного материала R_{norm}

7. Множества достаточно (KS) и недостаточно (KF) изученных компетенций. Если уровень RA_{jl} усвоения знаний по какой-либо компетенции K_j (причем $l = nr_j$, т.е. берем последний элемент множества HR_j) ниже R_{norm} , то она считается недостаточно изученной, в противном случае – достаточно изученной. В терминах исчисления предикатов:

$$KS = \{comp_k \mid RA_{comp_k l} \geq R_{norm}\}, comp_k \in [1, m], k = 1, 2, \dots, ns,$$

$$KF = \{comp_k \mid RA_{comp_k l} < R_{norm}\}, comp_k \in [1, m], k = 1, 2, \dots, nf.$$

$$\text{Множество модулей } A = \{mod_k\}, mod_k \in [1, n],$$

$k = 1, 2, \dots, na$, реализующих недостаточно изученные компетенции, т.е.

$$\bigcup_{i \in A} KO_i \subseteq KF,$$

$i \in A$

но при этом

$$KO_{mod_k} \not\subseteq KS, k = 1, 2, \dots, na.$$

Последнее условие означает, что множество A не включает модули, все выходные компетенции которых уже изучены на достаточном уровне.

8. $G = (V, C)$ – двудольный граф, образующийся из вершин V и множества связей между вершинами C , где $V = \{M, K\}$. Модуль M_i может иметь несколько как входных, так и выходных компетенций. Очевидно, что некоторая K_j будет являться одновременно входной компетенцией для одного модуля и выходной для другого.

9. Траектория обучения студента представляет собой ориентированный граф-путь P графа G , который определяет последовательность прохождения образовательных модулей. Набор модулей меняется со временем, поэтому имеет смысл рассматривать путь P как непротиворечивый порядок изучения модулей множества A , т.е. $P = \{mod_k\}$, $mod_k \in [1, n]$, $k = 1, 2, \dots, nr$ (не обязательно всех). В результате изучения модулей,

входящих в P , должен быть повышен уровень знаний по всем компетенциям, для которых $RA_{jl} < R_{norm}$. Требование непротиворечивости означает, что к моменту изучения каждого модуля из P должны быть изучены все требуемые входные компетенции, т.е.[11]

$$KS \cup \bigcup_{i < k} KO_{mod_i} \subseteq KI_{mod_k}, k = 1, 2, \dots, np. \quad (1)$$

Для экстраполяции уровня остаточных знаний на момент окончания курса, отталкиваясь от промежуточных результатов тестирования, была использована модель, основанная на скорости забывания информации.[11, 7] Первое экспериментальное исследование памяти и процессов забывания в конце XIX в. выполнил немецкий психолог Герман Эббингауз, который показал, что скорость забывания удовлетворительно аппроксимируется функцией

$$R(t) = \frac{k}{\lg t + c}, \quad (2)$$

где $k = 1, 84$ и $c = 1, 25$, если время t выражено в минутах. Эти значения были получены для запоминания информации, лишенной ассоциативной связи. На практике для вычисления (2) предлагается использовать следующий подход:

$$R(t) = \begin{cases} 1, t < 1; \\ \min\left(\frac{k}{\lg t + c}, 1\right), t \geq 1. \end{cases}$$

Для закрепления знаний обучаемого на требуемом уровне предлагается использовать итеративное научение – способ обучения, предполагающий многократное повторение ранее изученного материала. Вид зависимости кривой забывания от повторений изображен на рисунке 1. С учетом увеличения объема остаточных знаний при повторении было получено выражение:

$$R(t, r) = \begin{cases} R(t), r = 1, \\ \frac{k(r)}{\lg t + c(r)}, r > 1 \end{cases} \quad (3)$$

Формула (3) получена исходя из предположения, что при каждом повторении материала студент восстанавливает уровень знаний до 100%, но на практике возможны случаи, когда повторное тестирование показывает меньший результат, поэтому (3) применяется только к новым полученным знаниям.

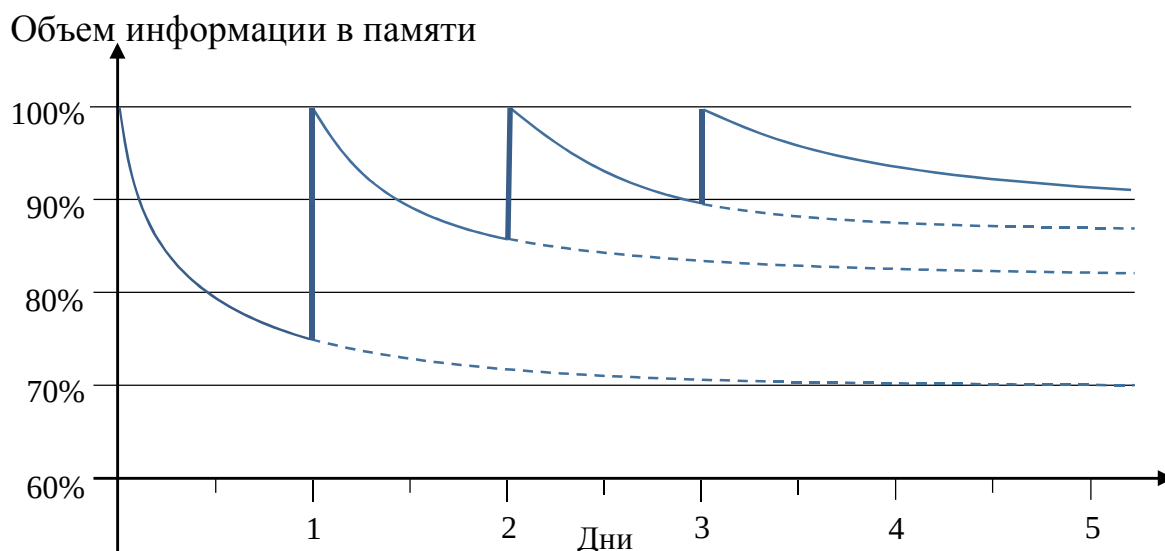


Рисунок 1 – Кривая забывания при итеративном обучении

Сформулирована задача адаптивного обучения – построение оптимальной траектории изучения студентом модулей курса. Пусть задано множество компетенций K , необходимых для освоения обучаемым, а также множество модулей M , реализующих K . При этом одну и ту же произвольную компетенцию K_j может реализовывать более чем один модуль. У каждого модуля имеется как минимум одна выходная компетенция и ноль или более входных. Множество модулей и компетенций образуют двудольный граф $G=(V,C)$, состоящий из вершин модулей и вершин компетенций $V=\{M,K\}$, а также множества связей C между ними. Пусть задано время t , отведенное на обучение. При освоении модуля M_i обучаемый приобретает знание по соответствующей этому модулю выходной компетенции из набора K , измеряемое по условной шкале от 0 до 100%. Пусть R – суммарное значение уровней остаточных знаний всех компетенций на момент окончания обучения.

Задача системы – найти такой путь P на графе G , чтобы на момент окончания курса R имело максимальное значение, т.е:

$$R(P, t) \rightarrow \max. \quad (4)$$

Ограничения задачи (4)

1. Должно выполняться условие непротиворечивости прохождения модулей (1).

2. При завершении освоения обучаемым модуля и переходе к следующему к только что приобретённым компетенциям применяется закономерность (2). Согласно концепции итеративного обучения, один и тот же модуль может участвовать в P более чем один раз. Поскольку модуль характеризуется временем, отведенным на его изучение, то порядок модулей разной продолжительности (с учетом условия непротиворечивость прохождения), а также повторное включение в P ранее изученных модулей оказывают прямое влияние на R к моменту окончания обучения.

3. Одна и та же компетенция может быть выходной у более чем одного модуля в наборе M , при этом для однократного освоения обучаемому достаточно предъявить только один модуль из существующих альтернатив.

4. Суммарное время прохождения траектории (всех модулей, с учетом их повторного предъявления) не должно превышать время, отведенное на освоение курса.

Данную оптимизационную задачу на графе сложно свести к классической задаче оптимизации для того, чтобы выбрать соответствующие методы решения. Кроме того, пространство решений задачи является дискретным. В связи с этим для решения задачи был выбран генетический алгоритм, преимущество которого состоит в том, что за относительно короткое время он находит приближительные оптимальные решения[8].

Приведена общая блок-схема алгоритма адаптивного обучения (рис. 2) и его описание.

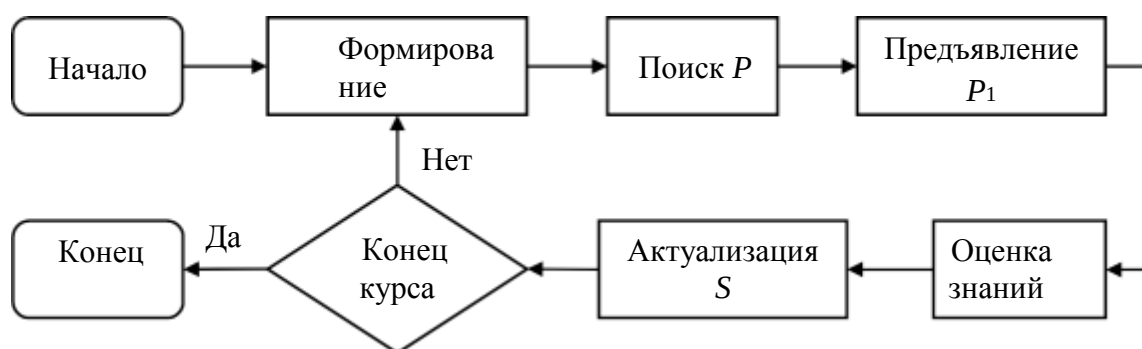


Рисунок 2 – Общая блок-схема алгоритма адаптивного обучения

1. *Формирование выборки.* На данном этапе формируется множество A , состоящее из модулей, реализующих недостаточно изученные компетенции. Компетенция K_j считается недостаточно изученной в двух случаях. Во-первых, если ранее она студентом вообще не изучалась, т.е. $HR_j = \emptyset$. Во-вторых, если компетенция является *утраченной*, т.е. уровень ее освоения, согласно кривой забывания, со временем опустился ниже уровня R_{norm} .

2. *Поиск P.* Для поиска траектории обучения используется генетический алгоритм.

3. *Предъявление P_1 .* Обучаемому предоставляется для обучения первый модуль из P .

4. *Оценка знаний.* На данном этапе обучаемому предоставляется тест для проверки уровня знаний по выходным компетенциям модуля.

5. *Актуализация S.* После проведения теста обновляется актуальный уровень знаний студента в истории HR_j . При этом обновляется компонент модели обучаемого RK на основе результатов тестирования.

6. *Проверка на окончание курса.* Окончание курса наступает в двух случаях. Во-первых, при истечении времени курса, т.е. если $t_{тек} \in t_{кон}$. Во-вторых, если все компетенции изучены на удовлетворительном уровне, т.е. [11]

$$KS = K, KF = \emptyset.$$

В качестве языка реализации был выбран язык C#. Было выполнено несколько оптимизаций генетического алгоритма, после чего проведено исследование скорости его работы в зависимости от количества модулей и

компетенций, входящих в адаптивный курс. Эксперименты показали, что максимальное количество поколений, которые требуются генетическому алгоритму для нахождения оптимального решения, зависит от вариативности базы модулей и компетенций. Если вариативность не слишком высокая, то оптимальное решение может быть найдено уже к 5-му поколению. При повышении вариативности требуемое количество итераций работы алгоритма возрастает. Таким образом, время работы алгоритма зависит от общего количества модулей и компетенций, имеющихся в курсе, а также от степени вариативности модулей.[11, 9]

В качестве платформы реализации была выбрана система дистанционного обучения Moodle как самая распространенная СДО среди учебных заведений по всему миру. Архитектура системы адаптивного обучения была спроектирована в виде компонентов:

- модуля, разработанного на РНР и отвечающего за взаимодействие пользователя с системой и интеграцию с СДО;
- модуля, разработанного на технологии C# и отвечающего за работу алгоритма адаптивного обучения.

Ключевыми пользователями системы являются:

- *обучаемые* – участники этой роли имеют возможность изучения адаптивных курсов, а также доступ к личному кабинету;
- *преподаватели* или *авторы адаптивных учебных курсов* – участники этой роли имеют доступ к инструментарию для наполнения базы данных образовательными объектами, а также к истории обучения и успеваемости студентов;
- *администраторы* – участники этой роли имеют доступ к настройке серверов Системы, управлению БД, а также к управлению СДО Moodle. Для каждой роли представлены диаграммы вариантов использования. Для реализации необходимого функционала системы были спроектированы и представлены макеты экранных форм (прототипы интерфейсов).

Общая архитектура полученного программного комплекса изображена на рисунке 3.

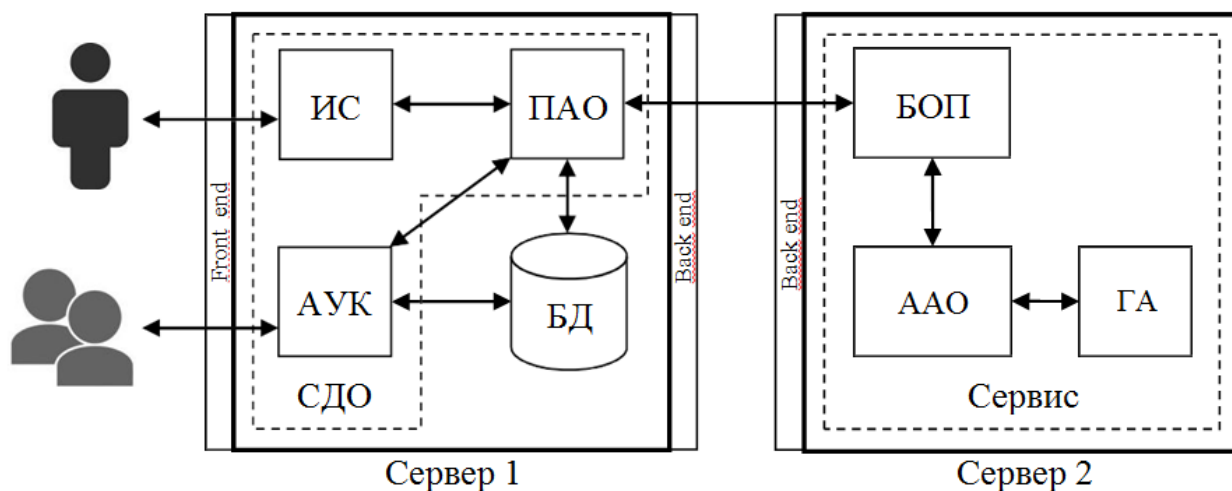


Рисунок 3 – Общая архитектура программного комплекса

Программный комплекс состоит из двух серверов, между которыми реализован обмен данными, и включает в себя:

Сервер 1 (Linux):

1. СДО – система дистанционного обучения Moodle, состоящая из компонентов: адаптивный учебный курс (блок «АУК»); инструментальная система для работы с базой адаптивного контента и разработки адаптивных электронных курсов (блок «ИС»); плагин адаптивного обучения (блок «ПАО»), реализующий сценарии адаптивного обучения и осуществляющий функции обмена данными между СДО (Сервер 1) и сервисом, развернутым на Сервере 2.

2. База данных (блок «БД»), реализующая хранение информации о модулях курса, тестах, профилях студентов и т.д.

Сервер 2 (Windows):

3. Сервис (служба Windows), обменивающийся данными с блоком ПАО и реализующий алгоритмы работы системы адаптивного обучения (блок «Служба»). Данная служба включает следующие компоненты:

– блок отправки и приема данных (БОП), осуществляющий обмен данными с ПАО в формате JSON по протоколу TCP, – принимает информацию,

необходимую для запуска адаптивного алгоритма (профиль пользователя, списки модулей, компетенций и других компонентов АУК), и отправляет в обратном направлении результаты его работы (следующий рекомендуемый модуль траектории, списки забытых компетенций, точки кривой забывания);

- программная реализация алгоритма адаптивного обучения (блок «ААО»), обеспечивающая вычисление коэффициентов кривой забывания, запуск генетического алгоритма, формирование точек кривой и т.п.;

- программная реализация генетического алгоритма (блок «ГА»), реализующая определение оптимальной траектории обучения.

Данная архитектура позволяет гибко менять конфигурацию решения. Она сделана максимально независимой от используемой СДО – при необходимости использования АУК в другой СДО потребуется только переработка блока ПАО. Реализация ААО (и особенно ГА) на отдельном сервере удобна также для балансировки нагрузки – работа алгоритмов требует существенных вычислительных ресурсов, поэтому использование облачного сервиса позволяет не увеличивать отклик сервера, на котором функционирует СДО.

Общий алгоритм работы программного решения:

1. При формировании адаптивного учебного курса преподаватель производит наполнение БД модулями, компетенциями и другими объектами посредством инструментальной системы (ИС).

2. Когда в адаптивный курс заходит студент, ядро (ПАО) проверяет, определен ли следующий модуль для предоставления его студенту. Если нет, то запускается работа ААО. Модуль может уже быть определен, если студент не закончил его изучение при предыдущем сеансе работы с системой.

3. Сервис на Сервере 2 получает TCP-запрос, в который в числе прочих параметров входят данные профиля студента и содержимое адаптивного курса. После этого запускается компонент ААО.

4. ААО проверяет, есть ли модули, которые студент должен получить вне

очереди (добавление которых в траекторию обусловлено механизмами пререквизитов и маркеров). Если такие модули есть, то результатом работы ААО будет идентификатор одного из них, выбранного случайным образом. Далее ААО вычисляет актуальные коэффициенты кривой забывания и определяет, закончено ли студентом изучение курса. Если закончено (т.е. все компетенции изучены на достаточном уровне), эта информация будет передана в ПАО. Если нет, для определения следующего рекомендуемого модуля запускается ГА.

5. Если ПАО получил информацию, что изучение курса окончено, студент получает сообщение об этом. В противном случае ему предоставляется следующий рекомендуемый модуль. После изучения модуля студент выполняет тест, проверяющий уровень усвоения модуля (точнее, обеспечиваемых им компетенций), после чего следует возврат на шаг 2.

Далее разработанная система адаптивного обучения упоминается под названием САО Nexbe. Методика создания адаптивных электронных курсов на основе применения разработанной инструментальной системы включает в себя 4 этапа:

1. *Получение набора субкомпетенций.* На данном этапе производится декомпозиция компетенций на составные элементы – субкомпетенции. Декомпозиция производится до тех пор, пока не станет понятным, что уровень освоения субкомпетенции может быть измерен с помощью тестовых заданий. Полученный список субкомпетенций вносится в систему.

2. *Разработка модулей.* В систему вносятся данные о модулях, которые будут обеспечивать субкомпетенции. Под обеспечением в данном случае понимается создание модуля, у которого *выходной* будет являться та или иная субкомпетенция, полученная на этапе декомпозиции. Также модулям присваиваются *входные* субкомпетенции.

3. *Создание тестовых заданий.* Система будет отслеживать процесс забывания студентом изученной информации на основе кривой забывания и в

определенные моменты уточнять (посредством тестирования), забыл студент ту или иную субкомпетенцию или нет. Для каждой субкомпетенции должен быть создан тест, состоящий из некоторого количества вопросов. Эти же тесты выводятся после изучения соответствующего модуля.

4. *Запуск адаптивного электронного курса.* Перед запуском производится установление общих настроек адаптивного курса. В соответствующем разделе разработчику необходимо указать дату начала и окончания обучения в курсе, а также задать режим навигации обучаемого по курсу (свободный или строгое следование алгоритму).

Для разработчиков адаптивных электронных курсов была также разработана инструкция по проектированию адаптивного контента, которая содержит в себе описание концептуальных основ адаптивного обучения и методики проектирования модулей и компетенций для последующей загрузки в CAO Nexbe.

При преподавании дисциплины использовалась модель смешанного обучения, основанная на технологии «перевернутого класса». Реализация курса осуществлялась по разработанной методике создания адаптивных электронных курсов на основе системы адаптивного обучения. В систему были внесены: 21 тест из 156 вопросов; 36 модулей; 46 субкомпетенций.

В качестве испытуемых, проходящих обучение с применением технологии адаптивного обучения, были взяты две учебные группы (выборка в общем количестве 20 человек) из одного потока одного направления подготовки, обучающиеся у одного преподавателя. Вторая пара групп (другие 20 человек) из того же потока проходила обучение без применения технологии адаптивного обучения. Оценка полученных знаний производилась посредством контрольных мероприятий. Сравнительная диаграмма успеваемости представлена на рисунке 4. Ось ординат показывает долю обучающихся (в процентах), успешно справившихся с контрольными мероприятиями.

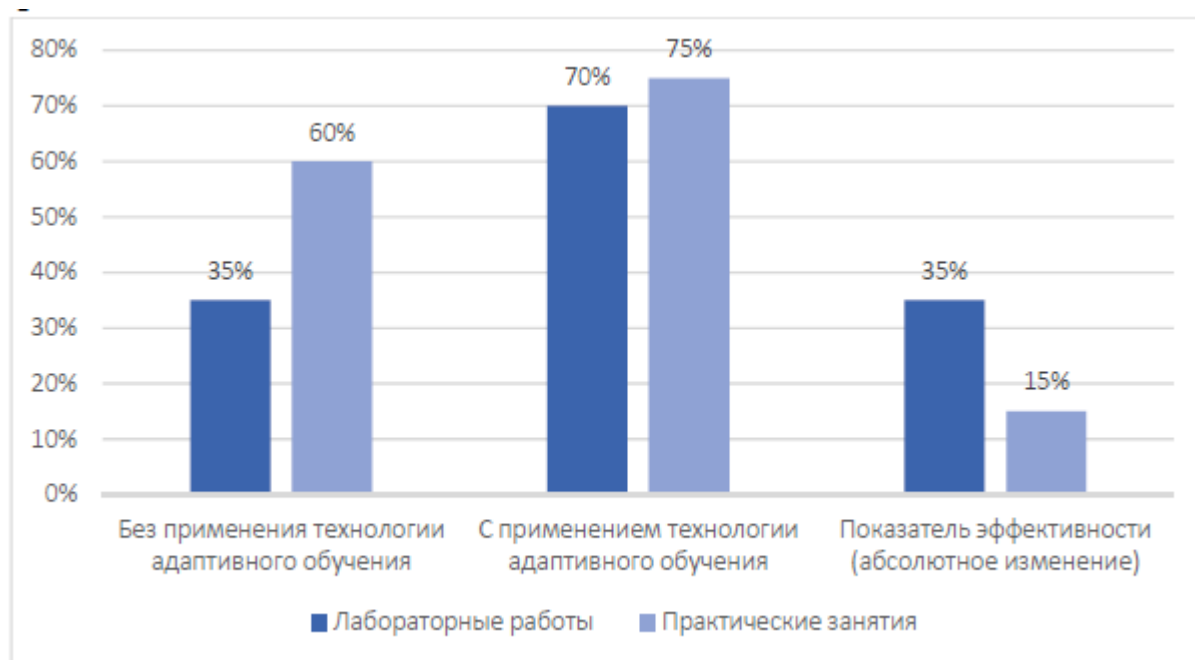


Рисунок 4 – Сравнительная диаграмма успеваемости обучающихся из разных групп

Из диаграммы видно, что успеваемость обучающихся из

экспериментальной группы (с применением адаптивного обучения) по двум блокам мероприятий выше, чем у студентов, осваивающих программу в традиционном формате. Абсолютный прирост доли студентов, справившихся с лабораторным блоком, составил 35%, с блоком практических занятий –15%. CAO Nexbe также была внедрена в промышленную эксплуатацию на факультете дистанционного обучения (ФДО) ТУСУР. С помощью данной системы был разработан и внедрен в учебный процесс электронный курс «Информатика», состоящий из 6 разделов, в котором первые два раздела были модифицированы на основе предшествующей версии курса и реализованы по технологии адаптивного обучения. Модификация осуществлялась по разработанной методике, при этом в систему были внесены: 56 тестов, 382 вопроса, 45 модулей, 54 субкомпетенции. Особенность учебного процесса ФДО ТУСУР позволяет исследовать статистику учебных данных на различных отрезках времени, а не только в периоды классических семестров. Оценка эффективности от адаптивного обучения производилась на основе результатов тестирования двух групп. В первую группу вошли 46 человек, завершивших обучение по адаптивному электронному курсу «Информатика» в

2020 г.; вторая группа была сформирована из 46 человек, проходивших обучение в 2017–2019 гг. по электронному курсу «Информатика», версия которого не включала в себя разделы с адаптивным обучением. Для первого раздела технология адаптивного обучения позволила повысить средний балл успеваемости на 9,8%, для второго раздела – на 19,4%.

Приведено сравнение полученного программного обеспечения с известными аналогами, которое показало, что рассмотренные программные средства уступают в функциональности CAO Nexbe.

Для анализа эффективности применения инструментальной системы в промышленной эксплуатации был проведен сравнительный эксперимент, целью которого являлось определение временных затрат на создание адаптивных электронных курсов. В эксперименте участвовали программные средства: Cerego, IADLearning, Smart Sparrow, CAO Nexbe. Рассматривались только необходимые для создания адаптивного электронного курса этапы. Эксперимент показал, что по всем этапам разработки адаптивного электронного курса CAO Nexbe позволяет достичь результат с меньшими затратами. В сравнении с ближайшим по полученному значению затрат аналогом (IADLearning) сокращение времени на разработку курса при использовании CAO Nexbe составило 37% (рис. 5).

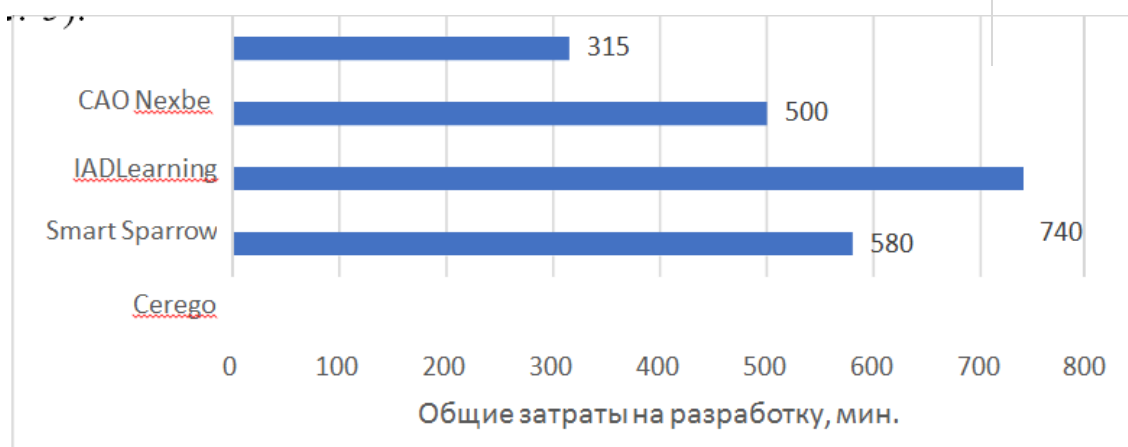


Рисунок 5 – Сравнительная диаграмма затраченного времени на разработку адаптивного электронного курса

Заключения и предложения. 1. Проведен обзор и анализ моделей и методов адаптивного обучения, рассмотрены инструментальные программные средства реализации адаптивных электронных курсов. Анализ показал, что большинство теоретических исследований вопросов адаптивного обучения не обрели практического воплощения. Известные системы адаптивного обучения в большинстве случаев закрыты. Доступные для анализа системы обладают рядом недостатков.

1. Построена оригинальная модель адаптивного обучения, включающая модель забывания, модель предметной области, модель обучаемого и позволяющая автоматизировать процесс адаптивного обучения в современных системах дистанционного обучения.

2. Построен новый алгоритм определения индивидуальной траектории обучения в системе дистанционного обучения, основанный на разработанной модели адаптивного обучения, позволяющий получить заданный уровень знаний на момент окончания курса.

3. Получены оригинальные структура и функционал инструментальной системы, представляющие собой двухсерверную конфигурацию (сервер системы дистанционного обучения с интегрированным плагином адаптивного обучения, а также сервер, исполняющий алгоритм адаптивного обучения) и обеспечивающие реализацию полученных моделей и алгоритмов адаптивного обучения в СДО.

4. Произведено сравнение полученной инструментальной системы с аналогами. Сравнение показало, что рассмотренные аналоги уступают в функциональности CAO Nexbe и в большей степени могут быть использованы только в качестве инструментов создания вспомогательных элементов тренинга и самоконтроля знаний, интегрируемых в электронные курсы. CAO Nexbe позволяет сократить время на разработку адаптивных электронных курсов.

Литература.

1. Кречетов, И.А. Реализация адаптивного обучения: методы и технологии / И.А. Кречетов, В.В. Романенко, В.В. Кручинин, А.В. Городович // Открытое и дистанционное образование. – 2018. – № 3 (71). – С. 33–39.
2. Городович, А.В. Инструментальная система анализа и оценивания учебного контента / А.В. Городович, И.А. Кречетов, В.В. Кручинин, М.Ю. Перминова // Доклады ТУСУР. – 2020. – Т. 23, № 2. – С. 81–88.
3. Якубов, Максадхан Султанниязович. “Таълим тизимида структуралашган маълумотлар алмашинувининг ўзига хос хусусиятлари.” *Iqro Indexing* 8.2 (2) (2024): 247-254.
4. Bekmukhammedov, Bunyodbek. “The Development Strategy And Importance Of Online Education System.” *Dtai–2024 1.Dtai* (2024): 436-439.
5. Якубов, Максадхан Султанниязович. “Таълим тизимида электрон хужжат айланишини ташкил этиш тамойиллари.” *Pedagogs* 54.1 (2024): 113-118.
6. Yashnarovna, Mansurova Makhina, Bekmukhammedov Bunyodbek, And Jumaboev Behzod. “Optimizing Workforce Dynamics: A Comparative Analysis Of Regional.” *Open Access Repository* 10.3 (2024): 1-7.
7. Якубов, Максадхан Султанниязович. Катта масштаби таълим соҳаси электрон хужжат алмашинувининг техник ва ташкилий таъминоти. *Barqarorlik va yetakchi tadqiqotlar onlayn ilmiy jurnali* 3.12 (2023): 163-170.
8. Якубов, Максадхан Султанниязович. Таълим тизимида электрон хужжат айланишини такомиллаштириш омиллари. *Barqarorlik va yetakchi tadqiqotlar onlayn ilmiy jurnali* 3.11 (2023): 145-149.
9. Якубов, Максадхан Султанниязович. Катта масштаби объектлар электрон хужжат айланиш тизимини тизимли таҳлили: Системный анализ системы электронного документооборота крупных объектов Молодой Специалист 2.14 (2023): 43-55.
10. Якубов, Максадхан Султанниязович. Таълим соҳасида электрон хужжат айланиш тизимини жорий этишнинг ўзига хос хусусиятлари: *Specific*

characteristics of the implementation of the electronic document circulation system in the field of education." *молодой специалист* 2.13 (2023): 45-53.

11. Кречетов, И. А., & Романенко, В. В. (2020). Реализация методов адаптивного обучения. *Вопросы образования / Educational Studies Moscow*, 2020(2), 252-277