

УПРАВЛЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИЕЙ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ

А. В. Ковтуненко • А. С. Ковтуненко

Аннотация. В условиях цифровой трансформации современный образовательный процесс предполагает использование интеллектуальных технологий, разработку новых эффективных моделей данных и алгоритмов. В рамках современного законодательства, образовательных стандартов и требований образовательный процесс может быть представлен как процесс реализации индивидуальных образовательных траекторий. Задача управления реализацией индивидуальных образовательных траекторий представляет собой задачу информационной поддержки реализации учебных планов с учетом дополнительных видов образовательных мероприятий. В статье предложен механизм управления реализацией индивидуальных образовательных траекторий, разработаны правила для обеспечения логического вывода и архитектура программного обеспечения.

Ключевые слова: цифровизация; онтологическая модель; индивидуальные образовательные траектории; фиксация учебных достижений; механизм логического вывода; обработка информации; задача управления.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно Указу «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» от 21.07.2020 г.¹, одной из целей национального развития названа цифровая трансформация. В рамках сферы образования разработана стратегия цифровой трансформации науки и высшего образования, которая предполагает использование технологий искусственного интеллекта и масштабирование отечественных решений в данную сферу.

Следование данной стратегии подразумевает разработку новых подходов к управлению данными с использованием цифровых технологий, внедрение новых бизнес-моделей и процессов, образовательных сервисов, модернизацию IT-инфраструктуры, а также повышение качества обработки данных для принятия управленческих решений.

Одним из требований стратегии цифровой трансформации является переход к реализации всех образовательных программ с построением индивидуальных образовательных траекторий (ИОТ) обучающихся. С учетом имеющихся регламентирующих документов² на законодательном уровне современный образовательный процесс может быть представлен как процесс реализации ИОТ.

Проведенный анализ современных работ показал, что большинство исследований ведется в области педагогических наук [1, 2], вопросы информационного обеспечения затронуты точно [3–5].

¹ Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357927/

² Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. URL: <https://fgosvo.ru/> URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71571088/> URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202008280058>

Результаты анализа существующих систем информационной поддержки образовательного процесса показывают отсутствие единой модели представления данных, а наиболее известные программные решения не обладают функционалом поддержки управления реализацией ИОТ³.

В условиях цифровизации отрасли образования непрерывно увеличивается количество регулярно обрабатываемой информации, что требует разработки новых эффективных моделей данных и алгоритмов.

Среди основных проблем при управлении ИОТ следует особо отметить разные форматы, языки, разные поколения Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), разработка учебных планов согласно профессиональным стандартам (ПС).

В статье рассматривается задача управления образовательным процессом (который может быть представлен как процесс реализации ИОТ), а также предложено решение на основе онтологической модели данных.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ИОТ

На основе анализа процесса реализации образовательной функции в учебных заведениях была разработана концептуальная модель (рисунок 1).

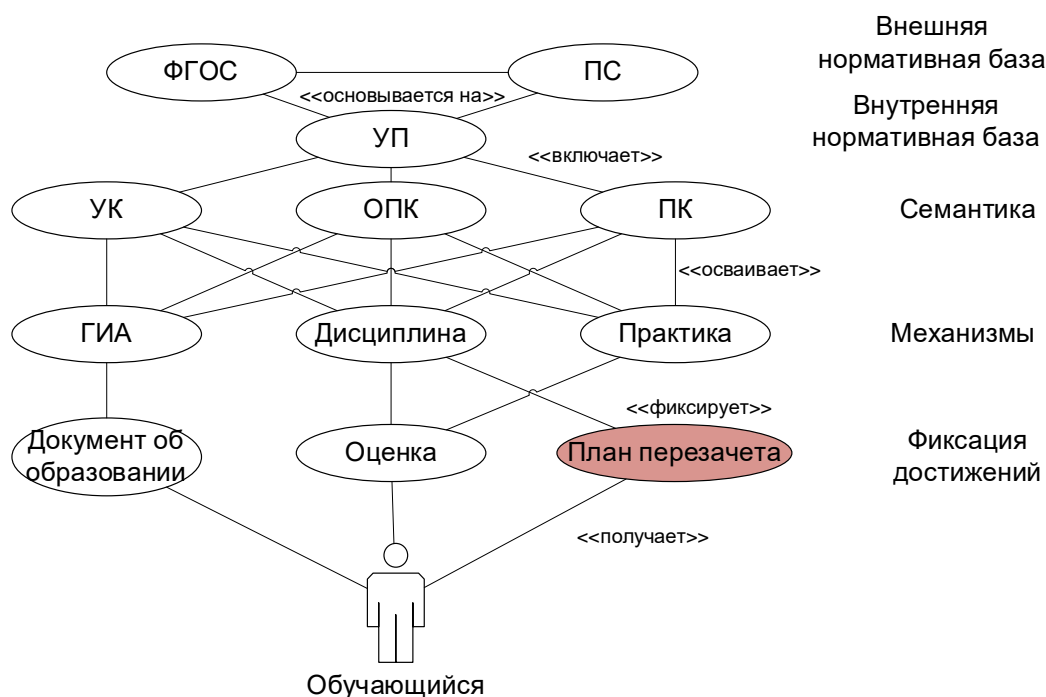


Рис. 1 Концептуальная модель реализации ИОТ.

Можно выделить следующие группы концептов:

- внешняя нормативная база – законодательные акты, регулирующие образовательный процесс в рамках направления;
- внутренняя нормативная база – нормативные документы учреждения (учебные планы);
- содержательная часть (компетентностная модель, состоящая в настоящее время из универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций);

³ ММИС – Программы для вузов. URL: <https://www.mmis.ru/programs>.

Modeus – платформа управления индивидуальными образовательными траекториями в университетах и ДПО. URL: <https://modeus.custis.ru/>

1С:Университет – Возможности продукта. URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/university>

- механизмы реализации учебного плана – учебные дисциплины, практики и государственная итоговая аттестация;
- учебные достижения, полученные в результате изучения дисциплин оценки в ведомостях, ведомости переэкзамена и, собственно, документы об образовании.

Учебный план основывается на актуальном ФГОС, профессиональных стандартах и включает в себя компетентностную модель. Формирование компетентностной модели (освоение компетенций) осуществляется через успешное изучение дисциплин, прохождение практик и написание ВКР, что, в свою очередь, фиксируется через оценки в ведомостях и документе об образовании.

Основной механизм реализации ИОТ в университете – это так называемая образовательная труба, когда вариативная часть учебного плана содержит большое количество элективных дисциплин, и каждый обучающийся формирует себе на будущий год список предметов из некоторого предусмотренного учебным планом перечня. В этом случае учебные достижения по этим дисциплинам уже встроены в компетентностную модель выпускника, и их фиксация не вызывает проблем. Такой подход является недостаточно гибким и не отвечает в полной мере идее персонализированного образования.

С точки зрения эффективности образования более результативными могут быть дополнительные образовательные мероприятия, такие как перевод студента между направлениями подготовки, стажировки в других вузах, в том числе иностранных, курсы дополнительного образования и переквалификации. В этом случае задача управления реализацией ИОТ представляет собой задачу информационной поддержки реализации учебных планов с учетом дополнительных видов образовательных мероприятий. Для этого необходимо предусмотреть возможность семантической обработки данных об учебном процессе, а также фиксации всех учебных достижений обучающегося [6–9].

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА РЕАЛИЗАЦИИ ИОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЗМА ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА

На основе предложенной концептуальной модели была разработана онтологическая модель, которой соответствует следующее теоретико-множественное описание.

Пусть для учебного плана $УП_1$ (составленного на основе ФГОС₁ и ПС₁) и каждого обучающегося s :

$\Omega = \{\omega_1 \dots \omega_n\}$ – множество компетенций учебного плана;

$D = \{d_1 \dots d_m\}$ – множество дисциплин учебного плана;

$C = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ – множество курсов обучения;

$M = \{\text{зачтено, незачтено}\}$ – множество оценок;

$Comp: D \rightarrow 2^\Omega, Comp(d) \subseteq \Omega$ – компетенции, осваиваемые в рамках изучения дисциплины;

$Study(s) \subseteq D$ – подмножество изученных студентом дисциплин;

$Archive(s): Study(s) \rightarrow M, Archive(s, d)$ – оценка студента по дисциплине d .

Разработан механизм управления реализацией ИОТ на основе логического вывода (рисунок 2).

На основе онтологической модели разработаны правила логического вывода, которые описывают основные изменения онтологической модели в ходе реализации ИОТ. Все правила условно разделены на три блока. Первый блок – это правила, которые выполняются ежегодно перед первым сентября. Они отвечают за обработку информации по переводу студентов с курса на курс. Второй блок правил отвечает за фиксацию учебных достижений по результатам сессии. Третий блок правил срабатывает после защиты обучающимся выпускной квалификационной работы.

В таблице 1 представлен фрагмент базы правил для обеспечения логического вывода. Они регламентируют установление новых связей на основе приходящей извне информации (документы, ведомости и т. д.).

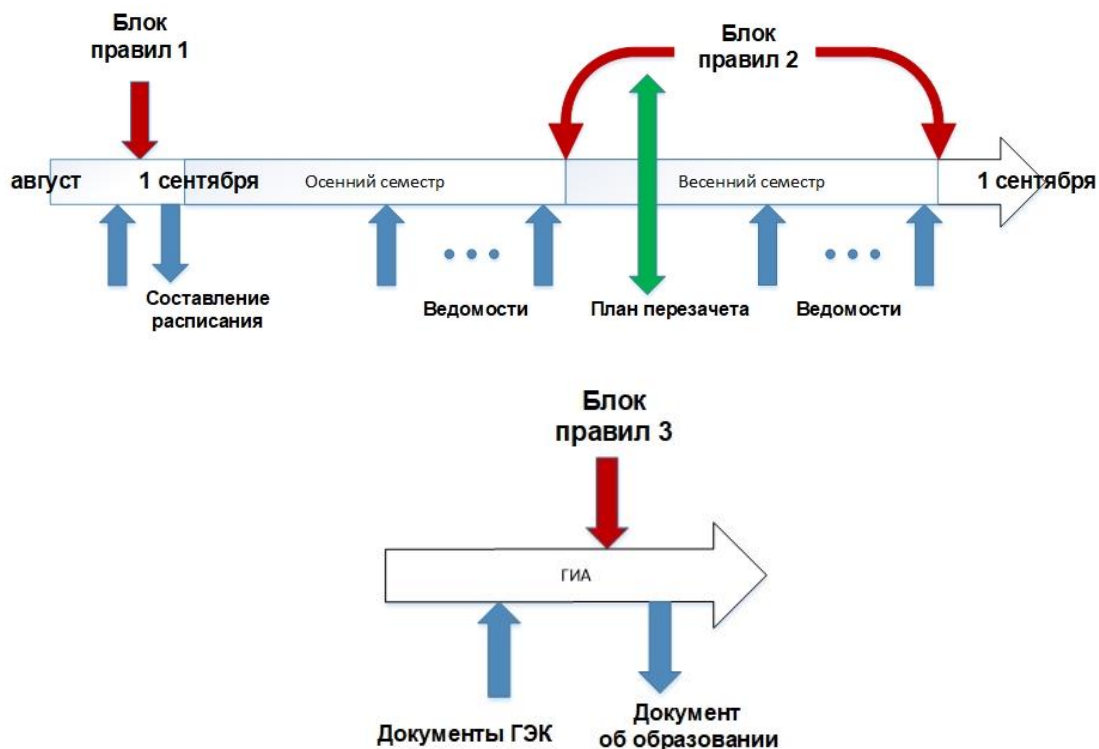


Рис. 2 Управление реализацией ИОТ на основе правил логического вывода.

Таблица 1

Фрагмент базы правил

№ блока	Правило
1	ЕСЛИ студент зачислен на курс некоторого учебного плана, ТО присвоить ему каждую дисциплину этого учебного плана, предназначенную для изучения на этом курсе
2	ЕСЛИ для студента существует оценка по дисциплине, И эта дисциплина относится к текущему учебному плану студента, ТО считать студента изучившим эту дисциплину
2	ЕСЛИ для студента существует оценка по дисциплине, И эта дисциплина НЕ относится к текущему учебному плану студента, ТО сформировать для студента набор дисциплин из числа относящихся к текущему учебному плану для пересчета
2	ЕСЛИ студент изучил дисциплину, И дисциплина подразумевала освоение компетенции, ТО считать студента освоившим компетенцию
3	ЕСЛИ студент освоил все компетенции текущего учебного плана, И существует оценка по ГИА текущего учебного плана, ТО считать студента успешно освоившим учебную программу и сформировать документ об образовании

Следует отметить, что механизмы логического вывода не позволяют описать все необходимые процессы, например, фиксацию учебных достижений, полученные вне учебного плана. В настоящее время эта задача решается с привлечением экспертов.

На рисунке 3 представлен фрагмент онтологической модели. Ее реализация в виде структур данных является, по сути, цифровым двойником учебного процесса.

В рамках традиционного подхода к ИОТ (образовательная труба) помимо установленных связей (прерывистая линия) есть связи (сплошная линия), создаваемые в результате логического вывода. Если учебная нагрузка выходит за рамки учебного плана, то при срабатывании блока правил № 2 формируется набор дисциплин из числа относящихся к текущему учебному

плану, максимально учитывающий дополнительные достижения обучающегося (сплошная толстая линия).

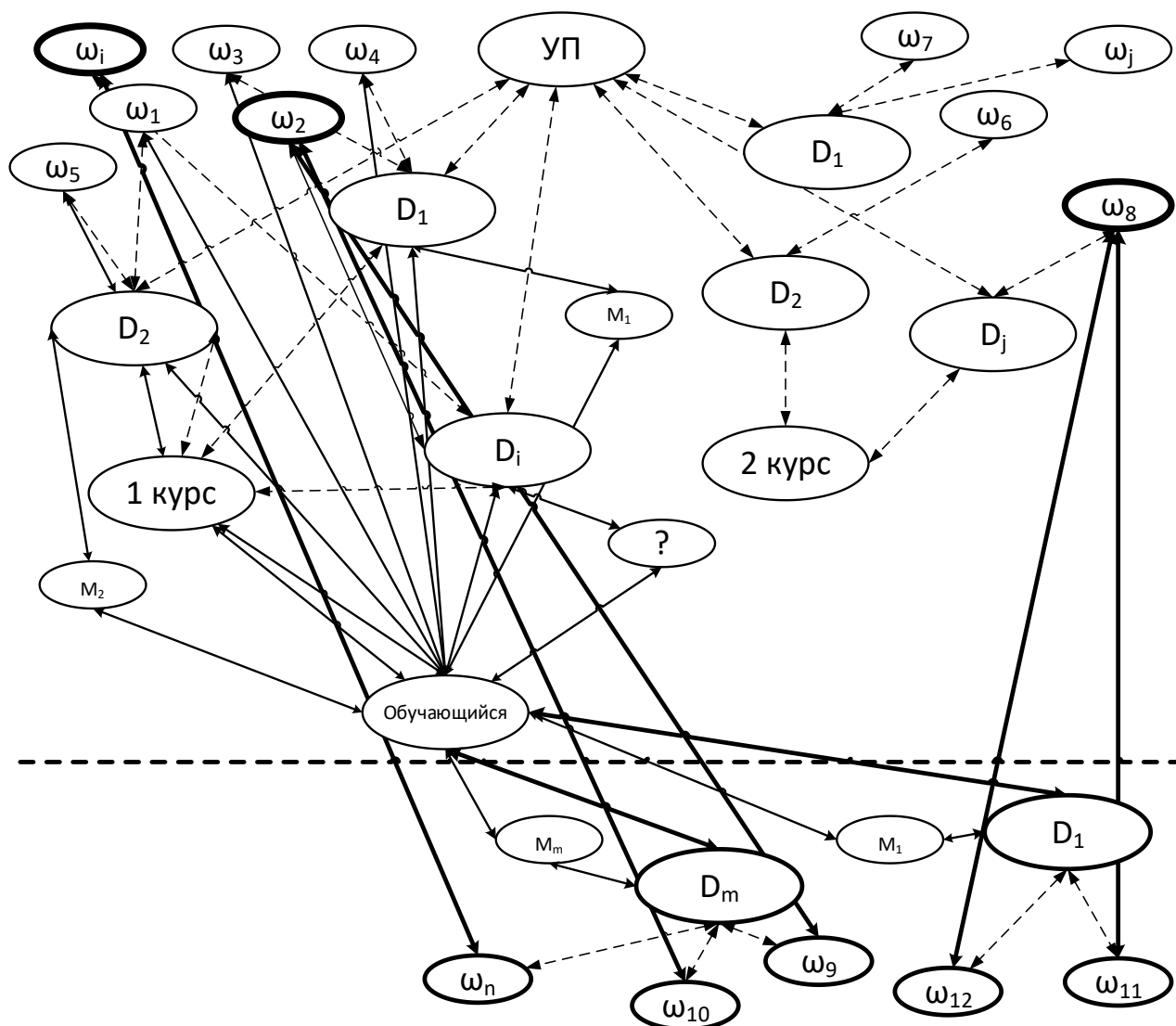


Рис. 3 Онтологическая модель образовательного процесса в рамках ИОТ.

Для реализации предложенной онтологической модели предложена следующая распределенная архитектура программной системы управления реализацией ИОТ (рисунок 4).

Разработанное программное обеспечение состоит из распределенной онтологической базы знаний, базы прецедентов, модуля логического вывода, модуля подбора решения, модуля принятия решений.

Распределенная база знаний состоит из rdf-хранилищ, физически расположенных на ресурсах организаций, задействованных в регулировании образовательного процесса. На ресурсах министерства труда расположены данные о профессиональных стандартах, в том числе о трудовых функциях, на ресурсах министерства образования – данные о федеральных государственных образовательных стандартах, их связях с профессиональными стандартами, а также об универсальных и общепрофессиональных компетенциях. На ресурсах университета расположена база прецедентов – база знаний об учебных планах, включающая базу SWRL-правил, описывающих реализацию ИОТ как механизм формирования цифровых следов.

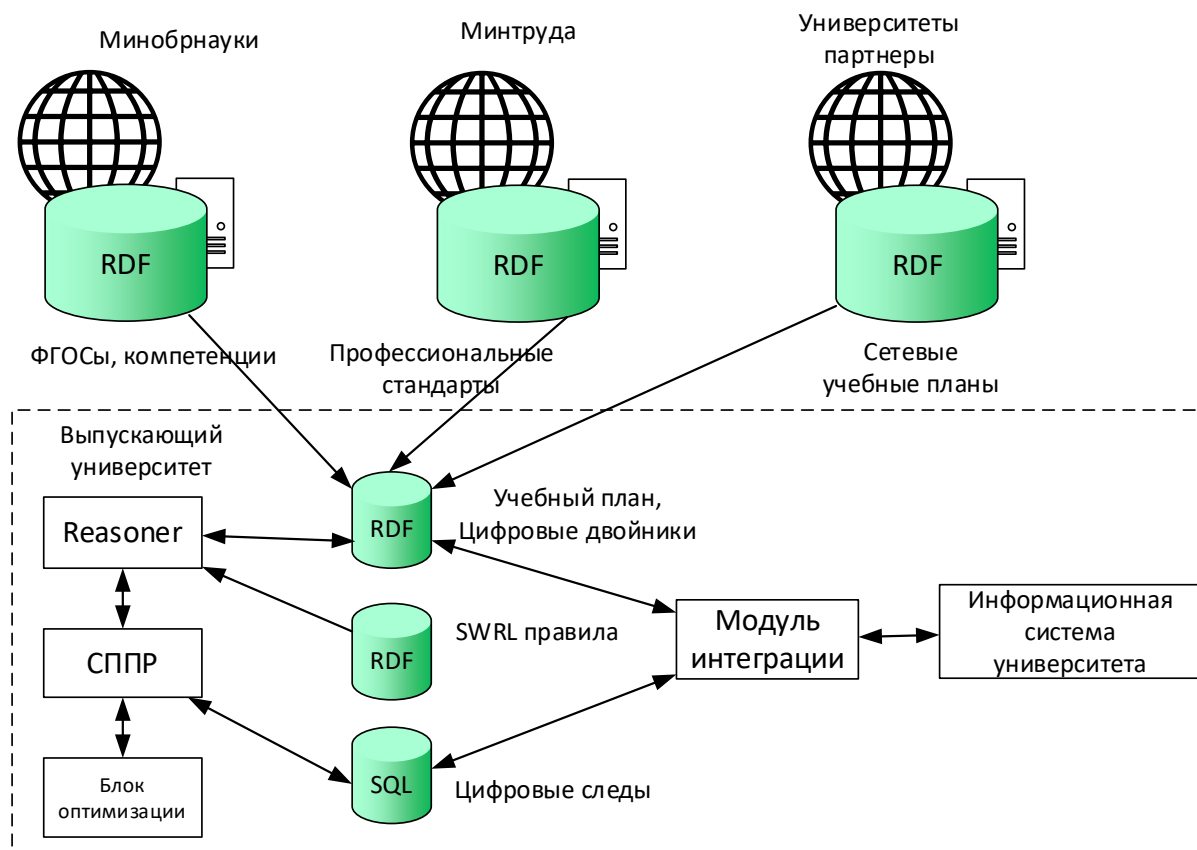


Рис. 4 Архитектура программного обеспечения в рамках ИОТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассматривается задача управления реализацией индивидуальных образовательных траекторий в высшей школе. Основной особенностью этого процесса является необходимость учитывать результаты образовательных мероприятий, не предусмотренных учебным планом. Предложена онтологическая модель данных, которая позволяет более эффективно осуществлять информационную поддержку образовательного процесса, разработаны правила для обеспечения логического вывода и принятия решений на основе данных, разработана архитектура программного обеспечения, реализующего предложенные модели и методы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Герцен С. В., Сухарева О. Э., Скороходова Л. В. Индивидуальные образовательные траектории как инновационная технология развития высшего образования // Высшее образование сегодня. 2019. № 10. EDN: WKTSL. [[S. V. Gercen, O. E. Suhareva, L. V. Skorohodova. "Individual educational trajectories as an innovative technology for the development of higher education" (in Russian) // Vysshee Obrazovanie Segodnya. 2019. No 10. Available: EDN: WKTSL.]]
2. Соловова Н. В., Калмыкова Д. А., Суханкина Н. В. Индивидуальные образовательные траектории: конструирование и образовательные результаты // Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. 2023. №2 (119). EDN: BZMDNC. [[N. V. Solovova, D. A. Kalmykova, N. V. Sukhankina. "Individual educational trajectories: construction and educational results" (in Russian) // Vestnik CHGPU. 2023. No. 2 (119). Available: EDN: BZMDNC.]]
3. Баяк О. В, Лозикова И. О. Онтологический подход к разработке базы знаний системы поддержки принятия решения по выбору индивидуальной образовательной траектории // Южно-Сибирский научный вестник. 2021. С. 29-34. EDN: COSOTN. [[O. V. Bayuk, I. O. Lozikova. "Ontological approach to the development of a knowledge base for a decision support system for choosing an individual educational trajectory" (in Russian) // YUzhno-Sibirskij Nauchnyj Vestnik. 2021. Pp. 29-34. Available: EDN: COSOTN.]]
4. Лозикова И. О., Валеева Д. Р. Система поддержки принятия решения для формирования профессиональных компетенций выпускников вузов по IT-направлениям // Современное программирование: Мат-лы IV Международной научно-практической конференции. Нижневартовск, 2022. С. 373-378. EDN: PUOOBI. [[I. O. Lozikova, D. R. Valeeva. "Decision support system

for developing professional competencies of university graduates in IT areas” (in Russian) // *Sovremennoe Programmirovaniye. Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Nizhnevartovsk, 2022.* Pp. 373-378. Available: EDN: PUOOBI.]]

5. Захарова А. А., Лазарева А. Н. Поддержка выбора образовательной траектории индивидуума на основе онтологии // *Новые исследования в разработке техники и технологий. 2017. № 2.* С. 61-68. EDN: YOTCKS. [[A. A. Zakharova, A. N. Lazareva. “Support for the choice of educational trajectory of an individual based on ontology” (in Russian) // *Novye Issledovaniya v Razrabotke Tekhniki i Tekhnologij. 2017. No 2, pp. 61-68.* Available: EDN: YOTCKS.]]

6. Ковтуненко А. В., Ковтуненко А. С. Метод формирования наилучшего плана фиксации учебных достижений обучающегося на основе генетического алгоритма // *Системная инженерия и информационные технологии. 2023. Т. 5. № 1(10).* С. 48-55. EDN NVKYDH. [[A. V. Kovtunenکو, A. S. Kovtunenکو. “The method of forming the best plan for accounting of educational achievements based on a genetic algorithm” (in Russian) // *Systems Engineering and Information Technology. 2023. Vol. 5, No. 1(10), pp. 48-55.* EDN NVKYDH.]]

7. Климова А. В., Ковтуненко А. С., Парфенов Д. В. Формирование учебного плана с использованием технологии RDF-хранилищ // *Системная инженерия и информационные технологии. 2022. Т. 4. № 2(9).* С. 49-55. EDN QMYQDT. [[Klimova A. V., Kovtunenکو A. S., Parfenov D. V. “Formation of a curriculum using RDF storage technology” (in Russian) // *System Engineering and Information Technologies. 2022. Vol. 4, No. 2(9), pp. 49-55.* EDN QMYQDT.]]

8. Моисеева Т. В. Методологические основы поддержки принятия решений по управлению инновационным развитием социотехнических объектов на основе интерсубъективного подхода // *Системная инженерия и информационные технологии. 2023. Т. 5. № 2(11).* С. 66-95. EDN CNPZYU. [[Moiseeva T. V. “Methodological foundations for supporting decision-making on the management of innovative development of socio-technical objects based on an intersubjective approach” (in Russian) // *System Engineering and Information Technologies. 2023. Vol. 5, No. 2(11), pp. 66-95.* EDN CNPZYU.]]

9. Startseva E. B., Nikulina N. O., Malakhova A. I. Knowledge organization for intelligent decision support system // *Системная инженерия и информационные технологии. 2021. Т. 3. № 3(7).* С. 17-22. EDN NFZHХH. [[Startseva E. B., Nikulina N. O., Malakhova A. I. “Knowledge organization for intelligent decision support system” // *Systems Engineering and Information Technology. 2021. Vol. 3, No. 3(7), pp. 17-22.* EDN NFZHХH.]]

Поступила в редакцию 30 ноября 2023 г.

МЕТАДАННЫЕ / METADATA

Title: Management of the implementation of individual educational trajectories in higher school based on ontological data model.

Abstract: In the context of digital transformation, the modern educational process involves the use of intelligent technologies, the development of new effective data models and algorithms. Within the framework of modern legislation, educational standards and requirements, the educational process can be represented as a process of implementing individual educational trajectories. The task of managing the implementation of individual educational trajectories is the task of information support for the implementation of educational programs, considering additional types of educational activities. The article proposes a mechanism for managing the implementation of individual educational trajectories, develops rules for ensuring logical inference and software architecture.

Key words: digitalization, ontological model, individual educational trajectories, recording of educational achievements, logical inference mechanism, information processing, management task.

Язык статьи / Language: русский / Russian.

Об авторах / About the authors:

КОВТУНЕНКО Александра Вадимовна

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Россия.
Ст. преп. каф. вычислительной математики и кибернетики.
Дипл. экон.-математик (Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2011).
Иссл. в обл. инженерии знаний и интелл. технологий.
E-mail: klimova.av@ugatu.su
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0385-8112>
URL: elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=822385

KOVTUNENKO Aleksandra Vadimovna

Ufa University of Science and Technologies, Russia.
Senior lecturer of the Computational Mathematics and Cybernetics Dept. Dipl. economist-mathematician (UGATU, 2011).
Research in knowledge engineering and intelligent technologies.
E-mail: klimova.av@ugatu.su
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0385-8112>
URL: elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=822385

КОВТУНЕНКО Алексей Сергеевич

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Россия.
Доц. каф. информатики. Дипл. инж. (Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2007).
Канд. тех. наук (там же, 2013). Иссл. в обл. прогр.-аппаратн. комплексов распредел. обработки данных, интернета вещей, граничных вычислений.
E-mail: kovtunenکو.as@ugatu.su
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3814-7310>
URL: https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=604692

KOVTUNENKO Aleksey Sergeevich

Ufa University of Science and Technologies, Russia.
Assoc. Prof. Dept. Informatics. Dipl. engineer (UGATU, 2007).
Cand. of Tech. Sci. (ibid, 2013). Research in software and hardware systems of distributed data processing, the Internet of things, edge computing.
E-mail: kovtunenکو.as@ugatu.su
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3814-7310>
URL: https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=604692