

УДК 004:005
DOI 10.17513/snt.40322

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ЧЕЛОВЕКА И ЛИЧНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

¹Тархов С.В., ^{2,3}Тархова Л.М., ¹Назарова Ю.Р.

¹ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,
Уфа, e-mail: tarkhov@inbox.ru, nazarova.yu.r@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», Уфа;

³ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
Уфа, e-mail: tarkhova@inbox.ru

Показано, что цифровые двойники являются одной из самых перспективных и значимых технологий, способствующей значительному повышению эффективности, точности и гибкости управления объектами и процессами. Выполнен системный анализ теоретических источников, сайтов и научно-технических новостей, посвященных созданию и применению цифровых двойников сложных технических и биологических объектов (цифровые двойники человека) в системах управления и поддержки принятия решений. Отмечена высокая актуальность исследований в области цифровых двойников человека. Показано отличие понятий «Цифровой двойник человека» и «Цифровая личность». Введен новый термин – «Цифровой двойник индивидуума», объединяющий идею точной цифровой репликации физической сущности человека («Цифровой двойник человека») и концептуального представления его личности в цифровом формате («Цифровая личность»). Показано, что цифровой двойник индивидуума может включать как физическую, так и социально-психологическую составляющую, сохраняя ключевые характеристики оригинала (специально спроектированной виртуальной модели человека) и его образа, создаваемого в виртуальном пространстве. Приведены примеры применения цифрового двойника индивидуума в различных отраслях народного хозяйства. Разработана концептуальная структурно-функциональная модель управления цифровым двойником в организационных системах. Разработанная модель призвана стать основой для дальнейшего системного моделирования и последующего проектирования математической модели, а также разработки алгоритмов и программного обеспечения цифрового двойника человека. Отмечены вызовы и проблемы, которые неизбежно придется решать в связи с применением цифровых двойников в организационных системах.

Ключевые слова: цифровой двойник, цифровая модель, цифровой двойник человека, цифровой двойник индивидуума, цифровая личность, организационная система

HUMAN DIGITAL TWIN AND PERSONALITY DIGITAL TWIN IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS

¹Tarkhov S.V., ^{2,3}Tarkhova L.M., ¹Nazarova Yu.R.

¹Ufa State Aviation Technical University, Ufa,
e-mail: tarkhov@inbox.ru, nazarova.yu.r@yandex.ru;

²Bashkir State Agrarian University, Ufa;

³Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, e-mail: tarkhova@inbox.ru

It has been shown that digital twins are one of the most promising and significant technologies that contribute to a significant increase in the efficiency, accuracy and flexibility of managing objects and processes. A systematic analysis of theoretical sources, websites, and scientific and technical news devoted to the creation and application of digital counterparts of complex technical and biological objects (human digital counterparts) in management and decision support systems has been performed. The high relevance of research in the field of human digital twins was noted. The difference between the concepts of “Human Digital Twin” and “Personality Digital twin” is shown. A new term has been introduced – the “Person Digital Twin”, combining the idea of accurate digital replication of a person’s physical essence (“Human Digital Twin”) and the conceptual representation of his personality in digital format (“Personality Digital twin”). It is shown that the digital twin of an individual can include both a physical and a socio-psychological component, preserving the key characteristics of the original (a specially designed virtual model of a person) and his image created in virtual space. Examples of the use of a digital twin of an individual in various sectors of the national economy are given. A conceptual structural and functional model for managing a digital twin in organizational systems has been developed. The developed model is intended to become the basis for further system modeling and subsequent design of a mathematical model, as well as the development of algorithms and software for a human digital twin. The challenges and problems that will inevitably have to be solved in connection with the use of digital twins in organizational systems are noted.

Keywords: digital twin, digital model, digital twin of a person, digital personality, person digital twin, organizational system

Введение

Концептуальная основа цифрового двойника была представлена М. Гривсом в 2002 г. в рамках системы управления жизненным циклом продукта как «Виртуальное цифровое выражение, эквивалентное физическому продукту» [1]. Изначально эта концепция получила название «Модель зеркального пространства», а затем было введено понятие «Цифровой двойник» (Digital Twin) [2]. В рамках Индустрии 4.0 понятие «Цифровой двойник» получило дальнейшее развитие и было определено как технология, которая позволяет создать цифровую копию физического объекта с использованием данных и моделей в реальном времени [3].

В настоящее время цифровые двойники являются одной из самых перспективных и значимых технологий, способствующей значительному повышению эффективности, точности и гибкости управления объектами и процессами [4]. В стандарте РФ [5] приведено следующее определение цифрового двойника: «Цифровой двойник изделия: Система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями». Таким образом, цифровой двойник может представлять «цифровой прототип» физического объекта, создаваемый на этапе его проектирования, или «цифровой экземпляр», описывающий конкретный физический объект, с которым цифровой двойник связан двусторонними информационными связями в процессе инженерного анализа и управления объектом. Интенсивное развитие цифровых технологий, таких как искусственный интеллект и машинное обучение (AI – Artificial Intelligence и ML – Machine Learning), большие данные (Big Data), обработка естественных языков (NLP – Natural Language Processing), компьютерное зрение (CV – Computer Vision), виртуальная и дополненная реальность (VR – Virtual Reality и AR – Augmented Reality), неизбежно привело к росту числа научных исследований, проводимых российскими учеными в области создания и применения цифровых двойников [6–8]. Не ослабевает интерес к цифровым двойникам, применяемым в промышленности, и среди зарубежных ученых [9–11]. Наряду с этим возникла и начала интенсивно развиваться относительно новая область исследования – «цифровой двойник человека» (HDT – Human Digital Twin) [12].

Цель исследования – анализ состояния проблемы и разработка концептуальной структурно-функциональной мо-

дели управления цифровым двойником в организационных системах как основы для дальнейшего системного моделирования и последующего проектирования математической модели, а также разработки алгоритмов и программного обеспечения цифрового двойника человека.

Материалы и методы исследования

Данное исследование в области применения цифровых двойников человека в организационных системах проведено на основе системного анализа теоретических источников, сайтов и научно-технических новостей, посвященных развитию цифровых технологий компьютерного моделирования сложных технических и биологических объектов в системах управления и поддержки принятия решений.

Результаты исследования и их обсуждение

В научной литературе приводятся два основных термина, определяющих построение цифровых двойников человека:

– цифровой двойник человека – виртуальная копия физического человека в цифровом мире [13];

– цифровая личность – контур следов деятельности субъекта, которые он оставляет в электронном пространстве в виде цифрового профиля, позволяющего определить характер личности, ее окружение и потребности [14].

Таким образом, несмотря на схожесть понятий «цифровой двойник человека» и «цифровая личность», между ними имеются различия.

Цифровой двойник – это специально спроектированная виртуальная модель человека, созданная на основе его реальных (объективно существующих) физиологических и биологических данных, включающих комплекс характеристик, моделирующих физические параметры, поведенческие аспекты и биометрические данные.

Цифровая личность (цифровой портрет личности) – это образ, который создается о человеке в виртуальном пространстве в виде активного и пассивного цифровых следов, формируемых из множества факторов, включая профили в социальных сетях, онлайн-активность, оставленные комментарии, отзывы, фотографии, видео и другую информацию. Это не просто виртуальная модель, как отражение реального человека. Это самостоятельный конструкт, который может существенно отличаться от реальной личности вследствие как преднамеренного, так и непреднамеренного искажения данных о человеке в процессе формирования цифровой модели.

Таблица 1

Цифровой двойник человека и цифровая личность

Цифровой двойник человека	Цифровая личность
<p>Специально спроектированная виртуальная модель человека, созданная на основе объективно собираемых данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физиологические характеристики: пол, возраст, рост, вес, состав тела... – биометрические данные: отпечатки пальцев, голос, трехмерный снимок лица, сетчатка глаза, ритм речи, динамика письма, произношение слов, артериальное давление, пульс, температура тела, сердечный ритм... – психофизиологические: сила, характер, выносливость, гибкость, интеллект, темперамент, привычки, реакция на нагрузки, стрессоустойчивость... – состояние здоровья: результаты анализов, медицинские записи, данные из электронных медицинских карт... – активности: фитнес-трекер (ходьба, прыжки, бег), режим (питание, сон, работа, отдых), GPS-локация... – окружающая среда: давление, влажность, температура, магнитные поля, шум, освещенность, уровень радиации... 	<p>Образ человека, создаваемый в виртуальном пространстве на основе активного¹ и пассивного² цифровых следов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ¹персональные данные в различных информационных системах: Ф.И.О., паспорт, водительское удостоверение, полис (ОМС, ДМС), СНИЛС, ИНН, свидетельства (о рождении, о заключении брака), аттестаты и дипломы (об образовании, повышении квалификации, переподготовки), фото и видео-, аудиозаписи, голограммы... – ¹аккаунты в социальных сетях, регистрация на веб-сайтах и форумах: имя, пароль, никнейм, электронная почта, аватар, статус, номер телефона... – ¹сообщения и публикации в социальных сетях, на веб-сайтах и форумах, подписки на информационные рассылки ... – ²активности в интернете: посещение сайтов, геолокация, IP-адреса, просматриваемые страницы, скачиваемые файлы, время и продолжительность доступа), поисковые запросы, покупки, платежи...

Источник: составлено авторами.

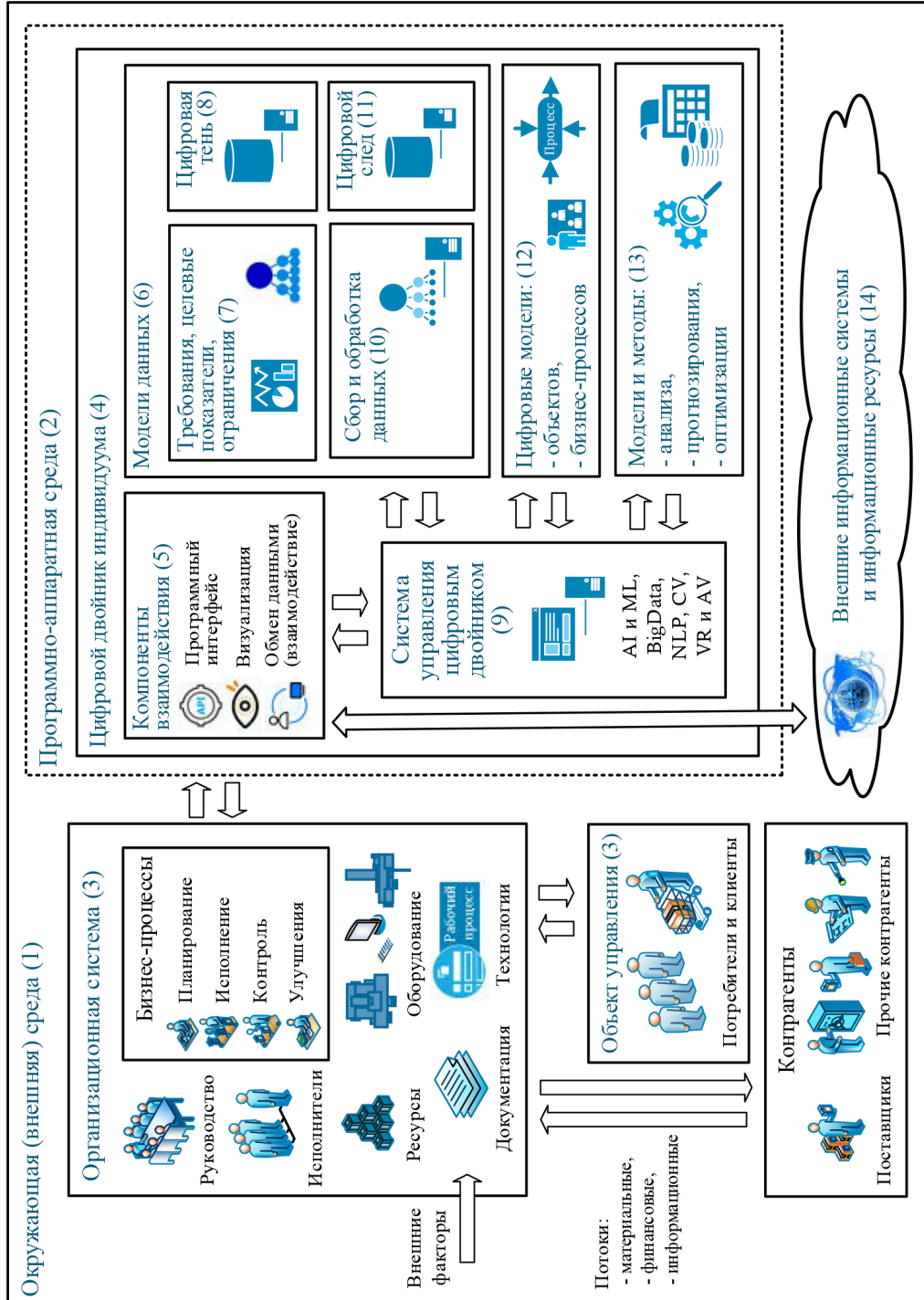
В процессе формирования цифровой личности ключевым элементом выступает самопрезентация. Формируя образ цифровой личности (определенный имидж), человек, как правило, сам выбирает, что и как показывать о себе в интернете, оставляя активный цифровой след. Виртуальный образ цифровой личности может быть адекватным отражением истинных характеристик личности человека, а может быть тщательно выстроенной иллюзией, созданной для определенной цели – привлечения внимания, достижения успеха в карьере, продвижения своих интересов и профессиональных навыков, установления социальных связей или же просто для самовыражения.

Основные различия между цифровым двойником человека и цифровой личностью представлены в табл. 1.

Таким образом, цифровой двойник человека фокусируется на моделировании и обработке специально собираемых и обрабатываемых данных о человеке (в том числе в режиме реального времени), в то время как цифровая личность охватывает широкий спектр аспектов, связанных с идентичностью и самовыражением, прежде всего

в онлайн-пространстве. И в том и в другом случае о человеке собираются, хранятся, обрабатываются и передаются персональные данные.

Для построения концептуальной модели взаимодействия потребителя (клиента), как объекта управления организационной системы, с его цифровым воплощением (цифровым двойником) описанные выше понятия «Цифровой двойник человека» и «Цифровая личность» требуют обобщения. Для этого введем новый термин – «Цифровой двойник индивидуума». Этот термин объединяет идею точной цифровой репликации физической сущности человека (цифровой двойник человека) и концептуального представления его личности в цифровом формате (цифровая личность) и может включать как физическую, так и социально-психологическую составляющую, сохраняя ключевые характеристики оригинала (специально спроектированной виртуальной модели человека) и его образа, создаваемого в виртуальном пространстве. В настоящее время цифровой двойник индивидуума может найти применение в различных отраслях народного хозяйства (табл. 2).



Концептуальная модель взаимодействия организационной системы с цифровым двойником индивидуума
 Источник: составлено авторами

Таблица 2

Области применения цифрового двойника индивидуума

Область применения	Функции (примеры)
Медицина и охрана здоровья	Отслеживание показателей здоровья, персонализированные рекомендации по здоровому образу жизни, моделирование заболеваний, прогнозирование реакций организма на лечение, создание персонализированных схем терапии [12]
Образование	Персонализация обучения, адаптация под индивидуальные потребности обучающегося, виртуальные ассистенты, оценка и прогнозирование уровня форсированности компетенций [15]
Финансы	Анализ рисков, оценка платежеспособности клиентов, персонализация финансовых предложений
Мода и индустрия красоты	Создание одежды и аксессуаров, идеально подходящих человеку, тестирование косметики и средств ухода
Робототехника и автоматизация	Создание роботов, способных эффективно взаимодействовать с людьми, понимая их потребности и эмоции [11]
Маркетинг, реклама и торговля	Персонализированные предложения товаров и услуг, основанных на анализе предпочтений пользователей
Развлечения, киноиндустрия	Создание реалистичных виртуальных персонажей (голограммы, дипфейки, голосовые двойники) и аватаров, обладающих уникальными характеристиками и способностями
Промышленность и инжиниринг	Моделирование человеческого организма в разных условиях производственного процесса, оптимизация работы человека в сложных ситуациях, прогнозирование проблем и аварий
Спорт	Анализ техники выполнения упражнений и оптимизация тренировок, прогнозирование результатов, выявление потенциальных угроз травмирования, восстановление после травм

Источник: составлено авторами.

Для проектирования цифрового двойника индивидуума и последующего создания в рамках дальнейших исследований его системных моделей (математической, функциональной, информационной), а также алгоритмов и программного обеспечения функционирования цифрового двойника (не рассматривается в данной статье) была разработана концептуальная модель, представленная на рисунке. Она определяет общую структуру и схему взаимодействия цифрового двойника индивидуума (4) с организационной системой (3), в рамках которой реализуется процесс управления физической сущностью цифрового двойника (3) – объектом управления (клиенты и/или потребители). Система управления (9) реализуется на основе современных цифровых технологий обработки информации, предусматривает создание моделей объектов и процессов (12) и базируется на реализации компьютерных моделей и методов анализа, прогнозирования и оптимизации (13) в организационных системах. Процесс управления предусматривает формирование модели данных (6) путем сбора и обработки большого объема данных (10) о состоянии объекта управления (3) с фор-

мированием цифровой тени (8) и цифрового следа (11). Программно-аппаратная среда (2) строится на основе распределенной архитектуры, включающей серверы баз данных и приложений, и предусматривает разработку компонентов взаимодействия (5) с автоматизированными рабочими местами пользователей организационной системы (3). Для сбора данных о цифровой личности в концептуальной модели предусмотрено взаимодействие с внешними информационными системами и ресурсами (14), а также учет влияния на систему факторов окружающей среды (1).

Несмотря на очевидные преимущества использования цифровых двойников индивидуума в организационных системах, существуют вызовы и проблемы, которые неизбежно придется решать:

- правовое регулирование: необходимость защиты персональных данных, ответственность за их обработку; регулирование правоотношений, возникающих по поводу использования цифровых двойников;

- этичность использования: важность корректного и ответственного использования данных о человеке и личности и моделирования человеческого поведения.

Заключение

Цифровые двойники в организационных системах являются значимым инструментарием управления ключевыми бизнес-процессами и поддержки принятия решений при взаимодействии с потребителями и клиентами. Они позволяют с высокой степенью точности анализировать их состояние и прогнозировать потребности, оптимизируя бизнес-процесс. Предложенный авторами термин «Цифровой двойник индивидуума» объединяет уже сложившиеся в научной среде представления о цифровом двойнике человека и цифровой личности. Это позволит при проектировании цифрового двойника в максимальной степени учесть все необходимые параметры и функциональные особенности в зависимости от области его практического применения. В то же время разработчикам цифровых двойников неизбежно придется решать ряд этических и правовых проблем, возникающих в связи с их созданием и применением в организационных системах. Разработанная концептуальная структурно-функциональная модель управления цифровым двойником в организационных системах призвана стать основой для дальнейшего системного моделирования (разработки математической, функциональной и информационной моделей) и последующего проектирования, а также разработки алгоритмов и программного обеспечения цифрового двойника индивидуума. Результаты проводимых исследований позволят более эффективно использовать современные цифровые технологии при решении сложных практических задач управления и поддержки принятия решений в организационных системах.

Список литературы

1. Grieves M. Product lifecycle management: the new paradigm for enterprises. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/247833967_Product_lifecycle_management_the_new_paradigm_for_enterprises (дата обращения: 18.01.2025).
2. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication (дата обращения: 18.01.2025).
3. Sharotry A., Jimenez J.A., Wierschem D., Mediavilla F.A.M., Koldenhoven R.M., Valles D., Koutitas G., Asian S. A digital twin framework for real time analysis and feedback of repetitive work in the manual material handling industry. In: 2020 Winter Simulation Conference (WSC). IEEE. 2020. P. 2637–2648. DOI: 10.1016/j.cmpbup.2021.100014.
4. Абрамов В.И., Гордеев В.В., Столяров А.Д. Цифровые двойники: характеристики, типология, практики развития // Вопросы инновационной экономики. 2024. Т. 14. № 3. С. 691–715. DOI: 10.18334/vinec.14.3.121484.
5. ГОСТ Р 57700.37-2021 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. М.: Росстандарт. 2021. 10 с. [Электронный ресурс]. URL: https://normadocs.ru/gost_r_57700.37-2021 (дата обращения: 14.02.2025).
6. Столяров А.Д., Гордеев В.В., Абрамов В.И. Цифровые двойники в управлении: отраслевая специфика и практические аспекты создания // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 7. С. 48–54. DOI: 10.17513/snt.40084.
7. Царев М.В., Андреев Ю.С. Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2021. Т. 64, № 7. С. 517–531. DOI: 10.17586/0021-3454-2021-64-7-517-531.
8. Воробьев А.В. Концепция информационного пакетного взаимодействия в многоуровневой системе цифровых двойников // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2021. Т. 21, № 4. С. 532–543. DOI: 10.18500/1816-9791-2021-21-4-532-543.
9. Dimitrios Piromalis, Antreas Kantaros Digital Twins in the Automotive Industry: The Road toward Physical-Digital Convergence. 2022. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/361810179_Digital_Twins_in_the_Automotive_Industry_The_Road_toward_Physical-Digital_Convergence (дата обращения: 18.01.2025).
10. Liu Sh., Lu Yu., Shen X., Bao J. A digital thread-driven distributed collaboration mechanism between digital twin manufacturing units // Journal of Manufacturing Systems. 2023. Т. 68. С. 145–159. DOI: 10.18500/1816-9791-2021-21-4-532-543.
11. Guo D., Zhong R.Y., Lin P., Lyu Zh. Digital twin-enabled graduation intelligent manufacturing system for fixed-position assembly islands // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. 2020. Т. 63, С. 101917. DOI: 10.1016/j.rcim.2019.101917.
12. Shengli Wei Is human digital twin possible? // Comput Methods Prog Biomed Updat 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/351749807> (дата обращения: 18.01.2025).
13. Yujia Lin, Liming Chen, Aftab Ali, Christopher Nugent, Ian Oeland, Rongyang Li JlanguoDing and Huansheng Ning. Human digital twin: a survey // Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/383148172_Human_digital_twin_a_survey (дата обращения: 24.02.2025).
14. Шипунова О.Д., Поздеева Е.Г., Евсеева Л.И. Цифровые приложения и модели личности в контексте киберантропологии // Социология. 2021. № 5. С. 234–239. URL: <https://soziologi.ru/upload/iblock/13e/5gon16ednwijje65un2ge5y4c95r0oh/%E2%84%965%202021.pdf> (дата обращения: 14.02.2025).
15. Кабальнов Ю.С., Минасов Ш.М., Тархов С.В. Модели представления и организация хранения информации в сетевой информационно-обучающей системе // Вестник УГАТУ. 2004. Т. 5, № 2 (10). С. 183–191. URL: <http://journal.ugatu.su/index.php/Vestnik/article/view/2470> (дата обращения: 18.01.2025).