

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ТРИАДИЧЕСКОЙ ДЕШИФРОВКИ: ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД

А. С. Гульбинас, Л. В. Белова
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

DEVELOPING A SMART BUILDING CONCEPT BASED ON THE TRIADIC DECODING METHOD: AN EVOLUTIONARY APPROACH

Alexandra S. Gulbinas, Larisa V. Belova
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Настоящее исследование посвящено разработке концептуальных основ архитектурно-строительного проектирования интеллектуальных (умных) зданий, которые в последние годы представляют все больший научно-исследовательский интерес. Гипотезой исследования послужило предположение, что интеллектуальное здание является эволюционным продолжением экологичного здания. Посредством эволюционного подхода, одноуровневой и двухуровневой триадической дешифровки системно-категориальной методологии, общенаучных и графических методов были решены следующие задачи: выявлены компоненты, определяющие содержание дефиниции «интеллектуальное здание» и отражающие ее существенные признаки; основные компоненты структурированы в последовательности их формирования в объекте, а именно – инженерно-техническое оснащение, персонификация пространства, экологичность и ресурсосбережение. Определение и структурирование основных компонентов интеллектуального здания методом триадической дешифровки позволило расширить представление о его сущности, дало более глубокое понимание концептуальных

Abstract. The study focuses on the concept development of the architectural and structural design of intelligent (smart) buildings, which have been of increasing research interest in recent years. The hypothesis of the study was the assumption that smart building was an evolution of green building. Evolutionary approach, single-level and two-level triadic decoding of system-categorical methodology, general scientific and graphic methods helped us to solve the following tasks: 1) to identify the components of the "intellectual building" definition content and reflecting its essential features; 2) to structure the main components (engineering and technical equipment, personification of space, environmental friendliness and resource saving) in the sequence of their formation in the object. The definition and structuring of the main components of an intelligent building by the method of triadic decoding allowed us to expand the idea of its essence, gave a better insight into the conceptual foundations of architectural and construction design of intelligent buildings and outlined the preconditions for its further development.

основ архитектурно-строительного проектирования интеллектуальных зданий и обозначило предпосылки для его дальнейшего развития.

Ключевые слова: умный дом, интеллектуальное здание, автоматизированная система управления зданиями, зеленая архитектура, экологичное здание, системно-категориальная методология, дешифровка категорий

Key words: smart home, intelligent building, automated building management system, green architecture, green building, system-categorical methodology, category decoding

Для цитирования: Гульбинас, А. С. Разработка концептуальной основы интеллектуального здания на основе метода триадической дешифровки: эволюционный подход / А. С. Гульбинас, Л. В. Белова. – DOI 10.31660/2782-232X-2024-2-17-28. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2024. – № 2 (108). – С. 17–28.

For citation: Gulbinas, A. S., & Belova, L. V. (2024). Developing a smart building concept based on the triadic decoding method: an evolutionary approach. *Architecture, Construction, Transport*, (2(108)), pp. 17-28. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2024-2-17-28.

1. Введение

Формирование комфортной жилой среды здания, отвечающей экологическим требованиям, является одной из важнейших задач архитектурно-строительного проектирования. Такое проектирование осуществляется с учетом факторов взаимодействия здания с внешней средой, отвечает экологическим требованиям сохранения окружающей среды и представляет собой экологическую модель. Экологическая модель,

предложенная Б. М. Полуй [1, 2], включает в себя климатические, природные ресурсы и антропогенные факторы, и с этой позиции здание является «комплексной системой взаимодействия жилой среды и природной» [2]. С целью сохранения окружающей среды и повышения экологических качеств зданий были сформулированы нормативные документы, базирующиеся преимущественно на принципах энергосбережения и использовании методов энергетического анализа^{1 2 3 4} [3–5].

¹ ГОСТ Р 54964-2012. Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости. ISO 15392:2008 Sustainability in building construction – General principles (NEQ), ISO/TS 21929-1:2006 Sustainability in building construction – Sustainability indicators – Part 1: Framework for development of indicators for buildings (NEQ), ISO 21930:2007 Sustainability in building construction – Environmental declaration of building products (NEQ), ISO/TS 21931-1:2010 Sustainability in building construction – Framework for methods of assessment for environmental performance of construction works – Part 1: Buildings (NEQ) : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 августа 2012 г. № 257-ст : введен впервые : дата введения 2013-03-01 / разработан НП «Центр экологической сертификации – зеленые стандарты», ФГБУ «Центральное бюро информации Минприроды России», НОС «НОСТРОЙ», НП «АВОК». – Текст : электронный // База ГОСТ, ГОСТ Р – национальные стандарты России : сайт. – URL: https://rosogosts.ru/file/gost/13/020/gost_r_54964-2012.pdf (дата обращения: 12.03.2024).

² «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания = Green building. Buildings and civil construction. Rating estimation of Sustainability in building construction : СТО НОСТРОЙ 2.35-4-2011 : издание официальное : утвержден и введен в действие Решением Совета Национального объединения строителей, протокол от 14 октября 2011 г. № 20 : введен впервые : дата введения 2011-11-11 / разработан НП «АВОК», ОАО «ЦНИИ-Промзданий» и ООО «НПО ТЕРМЭК». – Текст : электронный // Некоммерческое партнерство инженеров : сайт. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/norm_doc/norm/sto-nostroy-2-35-4.pdf (дата обращения: 10.03.2024).

На необходимость применения новых подходов к проектированию жилых зданий также указывают авторы в работе [6] и предлагают рассматривать современное здание как системный объект, «включающий в себя подсистемы микроклимата жилища, архитектурной формы, микроклимата открытых пространств». Разрабатываемая ими модель носит название «Технологическая модель энергосистемы жилища» и базируется на оценке каждого жизненного цикла экологичного здания начиная с технологий производства материалов методами энергетического анализа [6].

Оснащение зданий на всех жизненных циклах объекта строительства современными инженерно-техническими системами, управление которыми возможно без участия человека, позволяет не только вывести на качественно новый уровень эксплуатацию здания, но и сделать его умным (или интеллектуальным). Таким образом, архитектурно-строительное проектирование интеллектуального здания должно учитывать не только экологические требования [7, 8], но и объединять отдельные инженерные системы и подсистемы управления объектами различного назначения в единый управляемый комплекс [8].

Не стоит забывать и о том, что в настоящее время архитектурные решения часто рассматриваются сквозь призму эргоцентризма, когда проектирование внутренней среды учитывает

биоэргономику и эргономику пространства, а также психофизиологические, социокультурные и художественно-эстетические особенности и запросы человека [9] и тем самым персонифицирует жилую среду. Это связано с современной тенденцией проектирования внутренней жилой среды с учетом потребностей конкретного человека и «установкой на индивидуальную целесообразную среду» [10] и возможностью реализации благодаря умным технологиям. Однако многочисленные публикации подчеркивают необходимость обеспечения устойчивости архитектурных решений, в частности, в [11, 12] отмечается, что проект должен удовлетворять потребности сегодняшнего поколения, не ограничивая возможность будущих поколений удовлетворять свои.

Таким образом, целесообразность внедрения концепции интеллектуального здания продиктована современными запросами общества и необходимостью соблюдения определенных требований, в числе которых создание оптимальных параметров внутреннего микроклимата и повышение комфортности внутренней среды здания с учетом эстетических и эксплуатационных составляющих, повышение надежности и долговечности функционирования инженерно-технических систем; обеспечение безопасности протекающих в здании процессов; снижение и эффективное использование потребляемых

³ «Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Учет региональных особенностей в рейтинговой системе оценки устойчивости среды обитания = Green building. Buildings and civil construction. Consideration of regional characteristics in the rating estimation of sustainability in building construction : СТО НОСТРОЙ 2.35.68-2012 : издание официальное : утверждено и введен в действие решением Совета Национального объединения строителей, протокол от 22 июня 2012 г. № 30 : введен впервые / разработан НП «АВОК», ОАО «ЦНИИПромзданий» и ООО «НПО ТЕРМЭК». – Текст : электронный // Некоммерческое партнерство инженеров : сайт. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/norm_doc/norm/sto-nostroy-2-35-68.pdf (дата обращения: 12.03.2024).

⁴ Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» : Федеральный закон РФ от 23.11.2009 № 261-ФЗ : принят Государственной Думой 11 ноября 2009 года : одобрен Советом Федерации 18 ноября 2009 года. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (дата обращения: 11.02.2024).

зданием ресурсов [13–15]. Иными словами, при проектировании и формировании внутренней жилой среды здания должны рассматриваться аспекты охраны окружающей среды и повышения качества жизни человека во взаимодействии с инженерно-техническими системами [16].

Несмотря на широкий интерес к данному вопросу и признание его важности, анализ исследований позволил сделать вывод о недостаточности раскрытия темы в части компонентов, позволяющих запроектировать интеллектуальное здание. В связи с этим *гипотезой исследования* стало предположение, что интеллектуальное здание является эволюционным продолжением экологичного здания, а внедряемые интеллектуальные технологии должны интегрироваться с ресурсосберегающими технологиями экологичного здания. *Целью исследования* стала разработка концептуальной основы интеллектуального здания, представленная в виде дефиниции понятия и структуры компонентов жилой среды здания во взаимодействии с интеллектуальными инженерно-техническими системами в рамках эволюционного подхода. Это позволит проанализировать исследуемый объект в новом аспекте и сформировать структуру компонентов, которые смогут уточнить объект исследования и связать концепции проектирования и эксплуатации интеллектуального здания с экологичным.

Были определены следующие ограничения. Во-первых, предметом исследования являлось некоторое абстрактное здание, обладающее совокупностью свойств зданий разных форм собственности и способов управления и проектируемое с учетом потребностей нынешнего и будущих поколений [11, 12]. Во-вторых, рассматривались не все возможные инженерно-технические системы объекта, а только системы, формирующие микроклиматические параметры в помещениях зданий.

2. Материалы и методы

Исходной методологической установкой исследования являлся системный подход. Интеллектуальное здание рассматривалось как системный объект, каждый элемент которого

может эволюционировать и тем самым переопределить назначение всего объекта. Методологической основой исследования послужили системно-категориальная методология и общенаучные методы (контент-анализ, сравнение, обобщение, систематизация), которые позволили рассмотреть объект в рамках эволюционного подхода.

Метод триадической дешифровки категорий, а именно одноуровневая и двухуровневая дешифровка, в рамках системно-категориальной методологии теории динамических информационных систем [17], разрабатываемой В. И. Разумовым, Г. Д. Боуш, является междисциплинарным и показывает свою продуктивность. В соответствии с категориально-системной методологией главное понятие (исследуемый объект) представляется в виде главной категории. Основная операция, которая проводится с категориями, – дешифровка. Это такая детализация главного понятия, для пояснения которого подбирают категории, наиболее полно его отражающие. При необходимости каждая новая категория подвергается последующей дешифровке.

Данный метод позволил выделить структуру компонентов объекта исследования в виде ключевых категорий, из которых были сформированы триады категорий в последовательности, «отражающей закономерность их формирования в объекте» [17].

Настоящее исследование по методу триадической дешифровки категорий проводилось по следующему алгоритму:

1. Анализ понятия «интеллектуальное здание», являющегося исследуемым объектом, и определение аспектов понятия (таблица 1).
2. Определение набора компонентов и ключевых слов, описывающих исследуемый объект с помощью общенаучных методов.
3. Выделение трех основных блоков категорий **[0]**, **[1]**, **[2]** для первого уровня триадической дешифровки, которые графически отображаются в последовательности формирования в объекте, отвечают на вопросы *что? как? зачем?* [18] и позволяют выявить суть, природу и смысл исследуемого объекта. При этом

метод триадической дешифровки использовался в рамках эволюционного подхода: «интеллектуальное здание» (далее «ИЗ») рассматривалось от «жилища древнего че-

ловека» (далее «жилище») через «экологичное здание» (далее «ЭЗ»). При этом блоки категории определены триадической системой «Природа – Жилище – Человек» [3].

Таблица 1/Table 1

*Анализ понятий «интеллектуальное здание» и «умное здание»
An analysis of the "intelligent building" and "smart building" concepts*

Определение понятия	Аспекты объекта
«Интеллектуальное здание»	
Современная технология управления информационными и инженерными системами здания, обеспечивающая его эффективную эксплуатацию путем оптимизации работы систем и бизнес-процессов [13]	Технология управления; оптимизация работы систем и бизнес-процессов
Здание, обеспечивающее эффективное использование рабочего пространства [15]	Эффективное использование пространства
Система, которая должна уметь распознавать конкретные ситуации, происходящие в здании, и соответствующим образом на них реагировать ⁵	Система, распознающая ситуации и реагирующая на них
Удобный, безопасный, экономичный и престижный тип жилища, интегрирующий современную коммунальную инфраструктуру и передовые технологии в быту [19]	Тип жилища; интеграция инфраструктуры и технологий
Здание, в котором существует свободно программируемый механизм задания взаимодействия между системами жизнеобеспечения [20]	Свободно программируемый механизм задания; взаимодействие между системами жизнеобеспечения
«Умное здание»	
Структурный элемент цифровой экономики, выполняющий собственную уникальную роль для повышения качества жизни [21]	Элемент цифровой экономики; повышение качества жизни
Любая система домашних устройств, способных общаться через сеть с владельцем и между собой, выполнять действия и решать определенные повседневные задачи без участия человека ⁶	Система устройств; общение устройств через сеть; решение задач и выполнение действий без участия человека
Система, которая обеспечивает безопасность, ресурсосбережение и комфорт в здании для всех пользователей ⁷	Система безопасности, ресурсосбережения и комфорта пользователей
Жилой дом современного типа, организованный для удобства проживания людей при помощи высокотехнологичных устройств ⁵	Высокотехнологичные устройства; удобство проживания людей
Здание, сооружение, жилой дом или жилой комплекс, оснащенное(-й) системами умного дома, предназначенными для эффективной, безопасной и комфортной эксплуатации, а также для предоставления сервисов резидентам, посетителям и/или другим заинтересованным сторонам ⁸	Система устройств умного дома
Это сочетание систем управления бытовой аудио-, видеотехникой и системы управления освещением [20]	Системы управления

⁵ Интеллектуальное здание. – Текст : электронный // Академик : словари и энциклопедии на Академике : сайт. – URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/940820> (дата обращения: 23.02.2024).

⁶ Умный дом. – Текст : электронный // TADviser : Государство. Бизнес. Технологии : сайт. – URL : <https://clck.ru/3BPVgN> (дата обращения: 23.02.2024).

⁷ Умное здание. – Текст : электронный // Википедия. Свободная энциклопедия : сайт. – URL : <https://clck.ru/3BPXup> (дата обращения: 23.02.2024).

⁸ ГОСТ Р 71199-2023. Системы киберфизические. Умный дом. Термины и определения = Cyberphysical systems. Smart home. Terms and definition : национальный стандарт РФ : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2023 г. № 1766-ст : введен впервые : дата введения 2024-09-01 / разработан АНО «Умный многоквартирный дом». – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1304634007> (дата обращения: 23.02.2024).

4. Формирование и графическое отображение блоков дешифрующих категорий второго уровня [00], [01], [02]; [10], [11], [12] и [20], [21], [22] для определения развернутой структуры категорий второго уровня триадической дешифровки для базовых категорий «ЭЗ» и «ИЗ».
5. Интерпретация, осмысление и описание выявленных категорий для получения структуры компонентов.

Аналитический обзор

С целью определения значимых аспектов исследуемого объекта, а также определения набора ключевых слов и компонентов на предварительном этапе были проанализированы литературные источники. Рассмотрены два основных термина: «интеллектуальное здание» и «умное здание». В общем понимании данные словосочетания являются синонимами. От обычных интеллектуальные здания отличаются особыми инженерно-техническими системами и оборудованием.

Анализ показал, что термин «интеллектуальное здание» чаще используется в научной литературе для обозначения технических систем в общественных зданиях и коммерческих объектах, а термин «умное здание» преимущественно употребляется в публицистической литературе производителями оборудования для жилых зданий и квартир.

Были выделены основные направления активного развития концепций интеллектуального здания с целью персонификации пространства, а именно повышение качества жизни человека во взаимодействии с инженерно-техническими системами:

- инженерно-технические решения, определяющие микроклиматические параметры помещений. Показатели одной из систем могут управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам (например, управление уровнем искусственного освещения в зависимости от уровня естественного, кондиционирование или отопление помещений в зависимости от присутствия людей в помещении или от температуры на-

ружного воздуха, управление вентиляцией в зависимости от содержания углекислого газа в воздухе помещения и т. д.);

- системы безопасности и мониторинга: видеонаблюдение, распознавание лиц и номеров транспорта, определение оставленных предметов, контроль и управление доступом к объекту (квартире или помещению), зональное определение движения, защита от протечек и пр.;
- системы управления и связи: управление программным обеспечением, обслуживание систем глобального позиционирования и информационных систем, систем управления эксплуатацией и бесперебойного энергоснабжения, расход потребления ресурсов. К элементам инженерно-технического оборудования интеллектуального здания относятся:
 - центральный контроллер: средство визуализации компонентов сети, контроля и организации удаленного доступа, например, логический контроллер с функциями IP шлюза, и пр.;
 - системы и устройства визуализации: панель, программа для смартфона или ПК, с помощью которой настраиваются параметры, запускаются сценарии;
 - сенсоры и датчики: фиксируют внешние события и отправляют заданные команды на оборудование;
 - исполнительные устройства (акторы, актуаторы): реле различного типа с внешним управлением, способные в автоматическом режиме включать и/или выключать приборы;
 - системные устройства: источники питания, соединители, репитеры, шинные соединители, логические модули и т. д.;
 - бытовые приборы, оборудование.

В свою очередь, работа инженерно-технического оборудования невозможна без продуманной системы функционирования (прокладки и соединения всех приборов и оборудования в единую интеллектуальную сеть в соответствии с алгоритмом и посредством беспроводной и/или проводной среды передачи данных и определяющих технологию организации подключения) и программно-технического обеспечения (программно-

го обеспечения и сервера, протоколов передачи данных, платформы, облачных хранилищ данных).

3. Результаты и обсуждение

Принципиальная схема «Природа – Жилище – Человек» в качестве исходных понятий включает человека и внешнюю среду с комплексом природно-климатических и антропогенных факторов, «воздействующую на человека через микроклимат зданий и застройки» [3]. С. В. Зоколей отмечал, что в экосистеме здания могут быть выделены: «подсистема внутренней среды, обеспечивающая динамическое равновесие всей экосистемы здания; подсистема здания, включающая материально пространственную структуру системы эксплуатационного оборудования и наполнения здания, т. е. все то, что обеспечивает функционирование здания и возможность пользования им. Наиболее важное значение для формирования искусственной среды обитания человека имеет грамотное строительство "неживой" части общей экосистемы здания, которая включает в себя собственно **подсистему здания** (ограждающие конструкции, инженерные системы) и **подсистему внутренней среды** (внутренний микроклимат)» (ссылка по [3]).

Таким образом, для исследования структуры «интеллектуального здания» были выделены три основных блока категорий (рис. 1а, таблица 2):

[0] «Человек: подсистема здания» – категория, отвечающая на вопрос *что?* и определяющая некоторый физический (материальный) объект;

[1] «Жилище: подсистема внутренней среды» – категория, отвечающая на вопрос *как?* и определяющая методы или технологии;

[2] «Природа: подсистема внешней среды» – категория, отвечающая на вопрос *зачем?* и определяющая некоторые цели и/или масштабируемость объекта исследования.

В рамках эволюционного подхода развитие исследуемого объекта в виде базовой категории «ИЗ» связано с организацией жилища в древности. Допустим, что простое жилище (например, первобытного человека) является прообразом современного здания. При рассмотрении объекта «**жилище**» с помощью метода триадической

дешифровки определяются триады категорий первого уровня: **[0]** «место сна и отдыха», **[1]** «место защиты от окружающей среды» и **[2]** «место приготовления, обработки и хранения пищи» (таблица 2, рис. 1б).

Следующим этапом эволюционного развития определена базовая категория «ЭЗ» [3]. Данная категория дешифруется с учетом эволюции потребностей человека и его возможностей. Категория **[0]** «место сна и отдыха», отвечающая за организацию пространства жилища, трансформируется в категорию первого уровня **[0]** «организация пространства» и разбивается на категории второго уровня, такие как объемно-планировочные решения [00], ограждающие конструкции [01] и инженерно-техническое оснащение [02]. Категория **[1]** «защита от окружающей среды», отображающая защиту от климатических условий, трансформируется в категорию первого уровня **[1]** «микроклиматические условия», а именно – тепловлажностный [10], световой и акустический [11], воздушный режимы [12] (категории второго уровня). Категория первого уровня **[2]** «место для приготовления, обработки и хранения пищи» заменяется категорией **[2]** «материалы и ресурсы» и дешифруется категориями второго уровня: вода и пища (питьевая вода, продукты питания и пр.) [20], ресурсы и энергия (электричество, горячая вода, отопление, газ и т. д.) [21], материалы и отходы (строительные материалы, одежда, мусор, канализация и пр.) [22] (рис. 1с, рис. 2а, таблицы 2 и 3).

В рамках эволюционного подхода исследуемый объект «ИЗ» дешифруется аналогично «ЭЗ». На основании аналитического обзора формируется категория первого уровня **[0]** «инженерно-техническое оснащение». Категория, относящаяся изначально к подсистеме здания и отвечающая за его формирование, в данном случае определяет создание физической или материальной архитектуры и дешифруется категориями второго уровня: инженерно-техническое оборудование (приборы, сенсоры, датчики и прочее) [00], система функционирования (прокладка или соединение всех приборов, оборудования в единую интеллектуальную сеть) [01], программно-техни-

Дешифровка категорий первого уровня
Decoding of first level categories

Код	Система «Природа – Жилище – Человек»	«Жилище»	«Экологичное здание»	«Интеллектуальное здание»
[0]	Человек: подсистема здания	Место сна и отдыха	Организация пространства	Инженерно-техническое оснащение
[1]	Жилище: подсистема внутренней среды	Защита от окружающей среды	Микроклимат помещений	Персонализация пространства
[2]	Природа: подсистема внешней среды	Пища и хобби	Материалы и ресурсы	Экологичность и ресурсосбережение

Таблица 3/Table 3

Дешифровка категорий второго уровня
Decoding of second level categories

Код	«Экологичное здание»	«Интеллектуальное здание»
[0]	[00] объемно-планировочные решения	[00] инженерно-техническое оборудование
	[01] ограждающие конструкции	[01] система функционирования
	[02] инженерно-техническое оснащение	[02] программно-техническое обеспечение
[1]	[10] тепловлажностный режим	[10] системы управления и связи
	[11] световой и акустический режимы	[11] система безопасности и мониторинга
	[12] воздушный режим	[12] управление инженерно-техническими решениями
[2]	[20] вода и пища	[20] наличие ресурсов и возобновляемых источников энергии
	[21] ресурсы и энергия	[21] ресурсосбережение и энергоэффективность
	[22] материалы и отходы	[22] переработка материалов и отходов

ческое обеспечение (включающее программное обеспечение, наличие связи, протоколы передачи) [02]. Категория первого уровня [1] «персонализация пространства», относящаяся к подсистеме внутренней среды, определяет комфорт обитания человека в помещении и возможности управления системами и включает категории второго уровня: системы управления и связи [10], системы безопасности и мониторинга [11], управление инженерно-техническими решениями [12]. Категория первого уровня [2] «экологичность и ресурсосбережение» дешифруется как наличие ресурсов и возобновляемых источников энергии [20], ресурсосбережение, энергоэффективность [21] и переработка материалов и отходов [22]. На рис. 1d, 2b, в таблицах 2 и 3 представлена структура категорий «ИЗ».

В качестве примера можно назвать здание с экранирующим фасадом, состоящим из подвиж-

ных элементов, которые раскрываются и закрываются в зависимости от инсоляции в течение дня посредством автоматических систем, определяющих изменение положения солнца, и подвижных элементов фасада [22]. Персонализация пространства также позволяет выполнять самостоятельные настройки управления микроклиматическими параметрами (например, теплый пол или кондиционирование воздуха, зональные настройки уровня освещения или использование динамического освещения). Использование природных материалов и ресурсов, их возможная дальнейшая утилизация, как и применение возобновляемых источников энергии, соответствует единой концепции интеллектуального здания и имеет большие перспективы использования.

Представленные в статье основные и поясняющие (дешифрующие) категории позволяют заложить концептуальную основу исследуемого

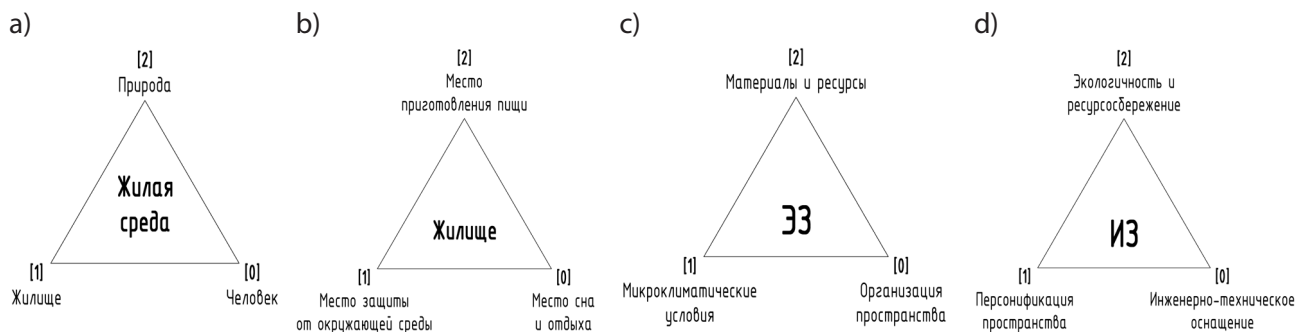


Рис. 1. Одноуровневая триадическая дешифровка категорий: а) начальные категории; б) категории объекта «жилище»; в) категории объекта «экологичное здание»; д) категории объекта «интеллектуальное здание» (составлено авторами)

Fig. 1. Single-level triadic decoding of categories: a) initial categories; b) categories of "housing" object; c) categories of "green building" object; d) categories of "intelligent building" object (proposed by the authors)

объекта. Так, используя результаты одноуровневой дешифровки, можно репрезентировать дефиницию, а именно: интеллектуальное здание – это инженерно-техническое оснащение здания, отвечающее за персонализацию пространства и определяющее экологичность и ресурсосбережение проектных решений. По результатам двухуровневой дешифровки с использованием поясняющих категорий, дефиниция, являющаяся непосредственной концептуальной основой, принимает следующий вид: интеллектуальное здание – это концепция инженерно-технического оснащения (состоящая из инженерно-технического оборудования, системы функционирования и программно-технического обеспечения),

инженерно-технические решения, системы безопасности и мониторинга, а также системы управления и связи, которые отвечают за персонализацию пространства и определяют энергетически эффективное и ресурсосберегающее использование ресурсов (в том числе и возобновляемых источников энергии), а также возможность переработки материалов и отходов.

Разработанная концептуальная основа базируется на компонентах, обеспечивающих современный уровень развития инженерно-технических систем, учитывает экологические и аксиологические требования проектирования и позволяет достичь архитектурной устойчивости проектных решений.

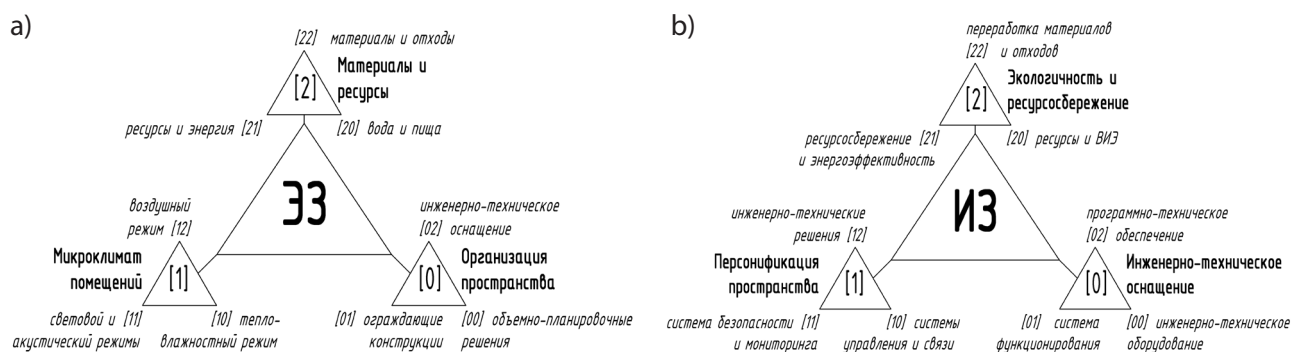


Рис. 2. Двухуровневая триадическая дешифровка категорий: а) категории объекта «экологичное здание» б) категории объекта «интеллектуальное здание» (составлено авторами)

Fig. 2. Two-level triadic decoding of categories: a) categories of "green building" object; b) categories of "intelligent building" object (proposed by the authors)

4. Заключение

Развитие интеллектуальных зданий посредством современных технологий инженерно-технического оснащения с учетом аксиологических аспектов формирования среды обитания и индивидуальных потребностей человека в комфорте выходит на новый уровень и имеет большие перспективы. С целью определения структуры основных компонентов, отражающих сущность исследуемого объекта, был использован метод триадической дешифровки системно-категориальной методологии. Новизна исследования заключается в применении эволюционного подхода, который позволил рассмотреть этапы развития здания от «жилища» через «экологичное здание» к «интеллектуальному зданию» и учесть развитие и изменение потребностей человека. Таким образом, с помощью триадической

дешифровки раскрыто содержание дефиниции «интеллектуальное здание» и определена триада категорий, представляющих концептуальную основу компонентов интеллектуального здания, а именно «инженерно-техническое оснащение», «персонификация пространства», «экологичность решений и ресурсосбережение». Разработанная концептуальная основа компонентов дает представление о роли и месте исследуемого объекта в современном мире со стремительно развивающимися технологиями, и позволит в дальнейшем выделить, описать, ограничить, а также разработать критерии выбора вариантов существенных количественных и качественных характеристик интеллектуальных зданий, что сможет повысить практическую значимость результатов исследования и усовершенствовать процесс архитектурно-строительного проектирования зданий.

Библиографический список

1. Полуй, Б. М. Архитектура и градостроительство в суровом климате (экологические аспекты) : учебное пособие / Б. М. Полуй. – Ленинград : Стройиздат, Ленингр. отделение, 1989. – 300 с. – Текст : непосредственный.
2. Черешнев, И. В. Экологические аспекты формирования малоэтажных жилых зданий для городской застройки повышенной плотности / И. В. Черешнев. – 2-е изд., доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 256 с. – Текст : непосредственный.
3. «Зеленые» решения жилищного строительства на этапах жизненного цикла объекта / И. Л. Владимирова, А. Н. Дмитриев, Г. Ю. Каллаур, А. А. Цыганкова. – DOI 10.33622/0869-7019.2023.05.45-51. – Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. – 2023. – № 5. – С. 45–51.
4. Кушнин, А. В. Современные тенденции в сфере малоэтажного энергоэффективного строительства / А. В. Кушнин, Р. И. Шенкман. – DOI 10.31660/2782-232X-2022-2-58-65. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2. – С. 58–65.
5. Павлова, С. А. Теория и практика формирования и развития рынка экожиля / С. А. Павлова, А. Н. Ларионов, И. В. Малышев ; под редакцией С. А. Павловой. – Москва : Издательство Современного гуманитарного университета, 2009. – 162 с. – Текст : непосредственный.
6. Черешнев, И. В. Оценка жизненного цикла здания как основа для создания модели технологической энергосистемы жилища / И. В. Черешнев, Н. В. Черешнева, Л. И. Черешнев. – Текст : непосредственный // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2023. – № 3–4 (92). – С. 252–262.
7. Губа, О. Е. Формирование инженерных систем в современной архитектуре / О. Е. Губа. – DOI 10.36698/2304-5957-2021-20-1-168-174. – Текст : непосредственный // Астраханский вестник экологического образования. – 2021. – № 1 (61). – С. 168–174.
8. Пахомова, М. А. Малоэтажное строительство в России и за рубежом: обзор практик / М. А. Пахомова, А. Б. Храмцов. – DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-20-31. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 3. – С. 20–31.
9. Михайлов, С. М. Принцип эргоцентризма и индуктивный подход в организации предметно-пространственной среды города / С. М. Михайлов, А. С. Михайлова. – DOI 10.17673/IP.2016.1.04.6. – Текст : непосредственный // Innovative Project. – 2016. – Т. 1. – № 4 (4). – С. 43–50.
10. Барсукова, Н. И. Аксиологические основы теории и методологии средового дизайна / Н. И. Барсукова. – Текст : непосредственный // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 9 (128). – С. 21–26.

11. Sandelewski, A. Новый век ОБК: проблемы и перспективы / A. Sandelewski – Текст : непосредственный // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика: АВОК. – 2014. – №. 4. – С. 4–14.
12. Есаулов, Г. В. Устойчивая архитектура – от принципов к стратегии развития / Г. В. Есаулов. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 6 (47). – С. 9–24.
13. Кавецкая, Е. А. Автоматизированная система управления как современная технология управления информационными и инженерными системами здания / Е. А. Кавецкая, Е. В. Толкачева. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2018. – Т. 3, № 4 (14). – С. 836–838.
14. Автоматизированная система управления зданиями как инструмент повышения их энергоэффективности и уровня комфортности / С. Г. Шеина, Е. Н. Миненко, М. Д. Арцишевский, Е. С. Питык. – Текст : непосредственный // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 2 (53). – С. 36.
15. Комаров, Н. М. Управление инженерными системами интеллектуального здания с использованием технологий информационного и инфографического моделирования / Н. М. Комаров, В. Г. Жаров. – Текст : непосредственный // Сервис plus. – 2013. – № 2. – С. 74–81.
16. Режи, Ж. Интеллектуальные, экологичные и энергоэффективные здания / Ж. Режи, Х. Мерби, Х. Туре // Стандарты и качество : международный журнал для профессионалов стандартизации и управления качеством / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – 2008. – № 10. – С. 2.
17. Боуш, Г. Д. Методология научного исследования (в кандидатских и докторских диссертациях) / Г. Д. Боуш, В. И. Разумов. – Москва : Инфра-М, 2023. – 227 с. – Текст : непосредственный.
18. Инсейфинг как новая интеллектуальная коммуникация в управлении / Ю. П. Дусь, В. И. Разумов, Л. И. Рыженко, В. П. Сизиков. – Текст : непосредственный // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. – 2014. – № 4. – С. 4–12.
19. Родионов, Р. Б. Интеллектуальное здание: комфорт, безопасность, экономия и престиж / Р. Б. Родионов. – Текст : непосредственный // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2009. – № 2 (121). – С. 81–83.
20. Латышев, Г. Методология построения интеллектуального здания / Г. Латышев. – Текст : непосредственный // Алгоритм безопасности. – 2007. – № 6. – С. 66–68.
21. Китаев, А. Е. Маркетинговое исследование рынка умных домов в цифровой экономике / А. Е. Китаев, И. И. Миронова. – Текст : непосредственный // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5, № 10. – С. 34–46.
22. Башня Аль-Бахар: новый потрясающий фасад в стиле Машрабия. – Текст : электронный // ВЗАВТРА.NET: инновации в строительстве : сайт. – URL: <https://goo.su/ATLSa8T> (дата обращения: 09.10.2023).

References

1. Poluy, B. M. (1989). *Arkhitektura i gradostroitel'stvo v surovom klimате (ekologicheskie aspekty)*. Leningrad, Sroyzdat Publ., 300 p. (In Russian).
2. Chereshev, I. V. (2022). *Ekologicheskie aspekty formirovaniya maloetazhnykh zhilykh zdaniy dlya gorodskoy zastroyki povyshennoy plotnosti*. 2nd edition, revised. Saint Petersburg, Lan' Publ., 256 p. (In Russian).
3. Vladimirova, I. L., Dmitriev, A. N., Kallaur, G. Y., & Tsygankova, A. A. (2023). "Green" solutions for housing construction at the stages of the life cycle of an object. *Industrial and Civil Engineering*, (5), pp. 45-51. (In Russian). DOI 10.33622/0869-7019.2023.05.45-51.
4. Kushnin, A. V., & Shenkman, R. I. (2022). Current trends in low-rise energy-efficient construction. *Architecture, Construction, Transport*, (2(100)), pp. 58-65. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2022-2-58-65.
5. Pavlova, S. A., Larionov, A. N., & Malyshev, I. V. (2009). *Teoriya i praktika formirovaniya i razvitiya rynka ekozhil'ya*. Moscow, Modern University for the Humanities Publ., 162 p. (In Russian).
6. Chereshev, I. V., Cheresheva, N. V., & Chereshev, L. I. (2023). Building life cycle assessment as the basis for creating a model of the technological energy system of the dwelling. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura*, (3-4(92)), pp. 252-262. (In Russian).
7. Guba, O. E. (2021). The engineering systems in the modern architecture. *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*, (1(61)), pp. 168-174. (In Russian). DOI 10.36698/2304-5957-2021-20-1-168-174.

8. Pakhomova, M. A., & Khramtsov, A. B. (2022). Low-rise construction in Russia and abroad: a review of practices. *Architecture, Construction, Transport*, (3(101)), pp. 20-31. (In Russian). DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-20-31.
9. Mikhaylov, S. M., & Mikhaylova, A. S. (2016). The principle of ergocentrism and inductive approach in the organization of the subject and spatial environment of the city. *Innovative project*, 1(4), pp. 43-50. (In Russian). DOI 10.17673/IP.2016.1.04.6.
10. Barsukova, N. I. (2011). Aksiologicheskie osnovy teorii i metodologii sredovogo dizayna. *Vestnik of the Orenburg State University*, (9(128)), pp. 21-26. (In Russian).
11. Sandelewski, A. (2014). Novyy vek OVK: problemy i perspektivy. *Ventilyatsiya, otoplenie, konditsionirovanie vozdukhа, teplosnabzhenie i stroitel'naya teplofizika: AVOK*, (4), pp. 4-14. (In Russian).
12. Esaulov, G. V. (2014). Sustainable architecture: from approaches to strategy of development. *Journal of Construction and Architecture*, (6(47)), 9-24. (In Russian).
13. Kaveckaya, E. A., & Tolkasheva, E. V. (2018). Automated control system as a modern technology of information management and engineering systems of the building. *Aktual'nye problemy aviatsii i kosmonavтики*, 3(4(14)), pp. 836-838. (In Russian).
14. Sheina, S. G., Minenko, E. N., Artsishevsky, M. D., & Pityk, E. S. (2019). Automated building management system as a tool to improve their energy efficiency and comfort level. *Engineering Journal of Don*, (2(53)), P. 36. (In Russian).
15. Komarov, N. M., & Zharov, V. G. (2013). Upravlenie inzhenernymi sistemami intellektual'nogo zdaniya s ispol'zovaniem tekhnologii informatsionnogo i infograficheskogo modelirovaniya. *Service Plus*, (2), pp. 74-81. (In Russian).
16. Rezhі, Zh., Merbi, Kh., & Ture, Kh. (2008). Intellektual'nye, ekologichnye i energoeffektivnye zdaniya. *Standarty i kachestvo: mezhdunarodnyy zhurnal dlya professionalov standartizatsii i upravleniya kachestvom*, (10), p. 2. (In Russian).
17. Boush, G. D., & Razumov, V. I. (2023). Metodologiya nauchnogo issledovaniya (v kandidatskikh i doktorskikh dissertatsiyakh). Moscow, Infra-M Publ., 227 p. (In Russian).
18. Dus, Yu. P., Razumov, V. I., Ryzenko, L. I., & Sizikov, V. P. (2014). Insafing as a new intellectual communication in management. *Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management*, (4), pp. 4-12. (In Russian).
19. Rodionov, R. B. (2009). An intellectual building: comfort, safety, economy and fashion. *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka*, (2(121)), pp. 81-83. (In Russian).
20. Latshev, G. (2007). Metodologiya postroeniya intellektual'nogo zdaniya. *Algoritm bezopasnosti*, (6), pp. 66-68. (In Russian).
21. Kitaev, A., & Mironova, I. (2017). Market research of smart houses industry in the digital economy. *International Journal of Open Information Technologies*, (5(10)), pp. 34-46. (In Russian).
22. Bashnya Al'-Bakhar: novyy potryasayushchiy fasad v stile Mashrabiya. VZAVTRA.NET: innovatsii v stroitel'stve. (In Russian). Available at: <https://goo.su/ATLSa8T> (accessed 09.10.2023).

Сведения об авторах

Гульбинас Александра Сергеевна, старший преподаватель кафедры начертательной геометрии и графики, Тюменский индустриальный университет, e-mail: gulbinasas@tyuiu.ru. ORCID 0000-0001-6258-2833

Белова Лариса Владимировна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры инженерных систем и сооружений, заведующая кафедрой начертательной геометрии и графики, Тюменский индустриальный университет, e-mail: belovalv@tyuiu.ru. ORCID 0000-0001-7279-3618

Information about the authors

Alexandra S. Gulbinas, Senior Lecturer at the Department of Descriptive Geometry and Graphics, Industrial University of Tyumen, e-mail: gulbinasas@tyuiu.ru. ORCID 0000-0001-6258-2833

Larisa V. Belova, Cand. Sc. in Engineering, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Engineering Systems and Structures, Head at the Department of Descriptive Geometry and Graphics, Industrial University of Tyumen, e-mail: belovalv@tyuiu.ru. ORCID 0000-0001-7279-3618