Вестник Череповецкого государственного университета, 2026, № 5 (134), с. 40–54.
Cherepovets State University Bulletin, 2026, no. 5 (134), pp. 40–54.

Научная статья
УДК 69.05:004.9
https://doi.org/10.23859/1994-0637-2026-5-134-4
https://elibrary.ru/ylkias

Формализация консолидированной задачи для трансформации цифрового паспорта строительного объекта

Николай Александрович Осипов[1], Михаил Юрьевич Наркевич[2], Оксана Сергеевна Логунова[3]✉, Олег Евгеньевич Гаврилов[4], Михаил Владимирович Логунов[5]
Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, Магнитогорск, Россия
[1]mr.osipof@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-9965-8632
[2]narkevich_mu@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-6608-8293
[3]✉logunova66@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-7006-8639
[4]oleggavrilovavb@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-5246-5811
[5]logunovm61@mail.ru, https://orcid.org/0009-0001-7902-8537

Аннотация. Целью данной работы является повышение достоверности информации о процессах капитального строительства в условиях экспертного окружения и выявление ключевых тенденций в области цифровизации и информатизации. Для проведения исследования авторами вводятся понятия: экспертное окружение, условия экспертного окружения, экспертные показатели и идентификационные показатели. С использованием этих понятий формируется база данных моделей, включающая модель экспертного окружения и ситуационную модель состояния строительного объекта. Для формализации консолидированной задачи авторы используют методы теоретико-множественного анализа и графическое представление результатов. Полученные результаты составляют основу для реализации элементов искусственного интеллекта в дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: цифровой паспорт, строительный объект, консолидированная задача, формализация задачи, экспертное окружение, ситуационная модель

Для цитирования: Осипов Н. А., Наркевич М. Ю., Логунова О. С., Гаврилов О. Е., Логунов М. В. Формализация консолидированной задачи для трансформации цифрового паспорта строительного объекта. *Вестник Череповецкого государственного университета*, 2026, № 5 (134), с. 40–54. https://doi.org/10.23859/1994-0637-2026-5-134-4; EDN: YLKIAS

© Осипов Н. А., Наркевич М. Ю., Логунова О. С., Гаврилов О. Е., Логунов М. В., 2026

Formalization of a consolidated task for transforming a digital passport of a construction project

Nikolay A. Osipov[1], Mihkail Yu. Narkevich[2], Oksana S. Logunova[3]✉, Oleg E. Gavrilov[4], Mikhail V. Logunov[5]
Nosov Magnitogorsk State Technical University,
Magnitogorsk, Russia
[1]mr.osipof@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-9965-8632
[2]narkevich_mu@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-6608-8293
[3]✉logunova66@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-7006-8639
[4]oleggavrilovavb@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-5246-5811
[5]logunovm61@mail.ru, https://orcid.org/0009-0001-7902-8537

Abstract. The aim of this study is to improve the reliability of information on capital construction processes in an expert environment and to implement key trends in digitalization and informatization. To conduct the study, the authors introduce the following concepts: expert environment, expert environment conditions, expert indicators, and identification indicators. Using these concepts, a database of models is developed, including an expert environment model and a situational model of the construction site condition. To formalize the consolidated problem, the authors apply methods of set-theoretical analysis and graphical representation of the results. The obtained results form the basis for implementing elements of artificial intelligence in further research.

Key words: digital passport, construction site, consolidated task, task formalization, expert environment, situational model

For citation: Osipov N. A., Narkevich M. Yu., Logunova O. S., Gavrilov O. E., Logunov M. V. Formalization of a consolidated task for transforming a digital passport of a construction project. *Cherepovets State University Bulletin*, 2026, no. 5 (134), pp. 40–54. (In Russ.) https://doi.org/10.23859/1994-0637-2026-5-134-4; EDN: YLKIAS

Введение

Современные требования к повышению качества информационных процессов, реализуемые на основе цифровизации и информатизации, приводят к построению и использованию цифрового паспорта объекта. Одним из основных этапов его построения является моделирование. Процесс моделирования является частью формализации предметной области для последующей алгоритмизации и построения программного обеспечения, которое реализует элементы искусственного интеллекта. В процессе моделирования выполняется абстрагирование и выделение главных компонент, определенных в постановке задачи. В зависимости от сложности объектов предметной области при решении задач выполняется их декомпозиция и консолидация для получения синтетического результата[1] на основе обоснованных предпосылок[2].

[1] Талапов В. В. Основы *BIM. Введение в информационное моделирование зданий* [Электронный ресурс]. Саратов: Профобразование, 2017, 392 с. EDN: ZGKAKN

[2] Осипов Н. А., Наркевич М. Ю., Квасова Н. А. и др. Цифровой паспорт технического объекта: концепция и предпосылки трансформации. *Электротехнические системы и*

В настоящее время под постановкой *консолидированной задачи* для моделирования объектов подразумевают описание обобщенной задачи исследования, которое дает не только исчерпывающее представление о ее сущности и логике преобразования информации, но и определяет последовательность решения необходимых подзадач и информационного взаимодействия между ними[1].

Для объекта капитального строительства как сложной системы необходимо не только информационное сопровождение, но и включение в цифровой паспорт объекта новых научно-обоснованных элементов. Такими элементами являются модели, включенные в базу данных и построенные с использованием экспертной информации.

Целью исследования является повышение достоверности информации о процессах капитального строительства в условиях экспертного окружения и выявление ключевых тенденций в области цифровизации и информатизации.

Для реализации указанной цели авторы выполнили построение трех новых моделей: модель экспертного окружения, ситуационную модель состояния и модель многомерного графика строительно-монтажных работ. Модель экспертного окружения и ситуационная модель состояния консолидированы в единое целое в графике производства строительно-монтажных работ. Результаты исследования приведены в основной части статьи.

Основная часть

I. Модель экспертного окружения для декларативного графика строительно-монтажных работ

Введение модели экспертного окружения является *первой точкой трансформации* цифрового паспорта строительного объекта. Для построения данной модели для декларативного графика производства строительно-монтажных работ введем следующие определения.

1. *Экспертное окружение* – это комплекс показателей, способов их получения и принятия решений с использованием идентификационных и экспертных показателей в ходе производственного процесса.

2. *Идентификационные показатели* – это характеристики входных данных и параметров процесса, значения которых являются предикативными сигнальными значениями, определяющими будущее состояние объекта или качество ведения производства (единичный показатель определяет монопризнак, объединение нескольких показателей образуют информационный пучок).

3. *Экспертные показатели* – это величины, характеризующие результаты экспертной оценки объекта, материалов или процесса.

комплексы, 2026, № 1 (70), с. 44–49. https://doi.org/10.18503/2311-8318-2026-1(70)-44-49; EDN: LRLJXD

[1] Бондарев И. С., Гаврицков С. А., Логунова О. С., Наркевич М. Ю. Представление результатов теоретико-множественного анализа сложной системы. *Вестник Череповецкого государственного университета,* 2024, № 5 (122), с. 18–30. https://doi.org/10.23859/1994-0637-2024-5-122-2; EDN: OGERCD

4. *Условия экспертного окружения* – это организационные решения, обеспечивающие его наличие.

На основании этих определений введем обозначения (см. таблицу).

Таблица

Номенклатура обозначений модели экспертного окружения

№	Обозначение	Значение
1	*ПР*	Блок подготовки ресурсов
2	*Res*	Ресурсы для строительства объекта
3	*ВхК*	Входной контроль поступивших ресурсов
4	*Alg1*	Алгоритм формирования информационных монопотоков и информационных пучков
5	*Alg2*	Алгоритм принятия решений о передаче ресурсов в процесс строительства
6	*MSig*	Информационный монопоток
7	*BSign*	Информационный пучок
8	*ПС*	Процесс строительства
9	*IdSig*	Идентификационный слой информационных потоков
10	*СО*	Строительный объект
11	*Sig*	Показатели качества строительства и строительного объекта
12	*НЭ*	Независимая экспертиза
13	RE^+	Результаты экспертизы с положительным решением
14	RE^-	Результаты экспертизы с отрицательным решением
15	BRE^+	Информационный пучок по результатам экспертизы с положительным результатом
16	BRE^-	Информационный пучок по результатам экспертизы с отрицательным результатом
17	*Alg3*	Алгоритм принятия решений по исполнению корректирующих мероприятий о процессе
18	*Alg4*	Алгоритм принятия решений по исполнению корректирующих мероприятий по техническому состоянию объекта
19	I_0	Информационный поток о качестве поступивших ресурсов
20	I_M	Информационный монопоток
21	I_B	Информационный пучок
22	I_R	Информация о результатах преобразования
23	*{Com}*	Компоненты ситуации
24	*SitPr*	Текущая ситуация по состоянию процесса
15	*SitOb*	Текущая ситуация по состоянию объекта

В выбранных обозначениях модель экспертного окружения принимает вид:

– модель преобразования информации о поступивших ресурсах в информационные потоки об их качестве:

$$ПР\left(I_0\left(\text{Res}\right)\right)\xrightarrow{BxK:Alg1}I_M\left(I_0\left(Res\right)\right)\cup I_B\left(I_0\left(Res\right)\right)\xrightarrow{BxK:Alg2}R\left(I_M,I_B\right);\quad(1)$$

– модель формирования ситуации:

$$\begin{aligned}&R\left(I_M,I_B\right)\xrightarrow{Alg3}I_R\left(RE^+,RE^-,BRE^+,BRE^-\right)\xrightarrow{\{Sig\}}CO\left(\{Sig\}\right)\xrightarrow{\{Sig\}}\\&\xrightarrow{\{Sig\}}НЭ\left(\{Sig\}\right)\xrightarrow{\{Sig\}}SitOb\left(RE^+,RE^-,BRE^+,BRE^-\right)\xrightarrow{Alg4}\{Com\}.\end{aligned}\quad(2)$$

На рис. 1 графически изображена модель экспертного окружения для строительного объекта с момента получения ресурсов на строительство до момента формирования ситуации.

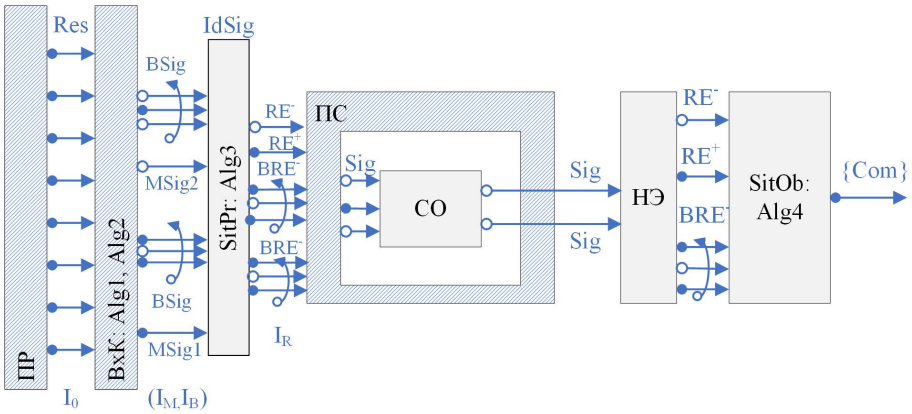


Рис. 1. Графическое изображение модели экспертного окружения для строительного объекта

Следует отметить, что монопоказатели моделей имеют элементарную разнотипную структуру и могут быть представлены как в количественном, так и в качественном выражении. Информационные пучки могут быть структурированы в виде массивов, записей и сборных конструкций в зависимости от смыслового значения этих показателей и их количества.

Отличительными признаками модели экспертного окружения для строительного объекта являются:

– введение алгоритмов для принятия решения о качестве поступающих ресурсов для проведения строительного процесса;

– введение понятий монопотока информации и информационных пучков для идентификационных признаков для проведения независимой экспертизы строительного объекта;

– определение предпосылок для оценки ситуации на основе экспертных показателей для введения ситуационного управления и корректировки многомерного декларативного графика строительства.

II. Ситуационная модель состояния строительного объекта на основе экспертных показателей

В работах по данной теме[1] авторы предлагают описания фотографий элементов опасного производственного объекта, среди которых представлены изображения фасадов зданий. Теория фасетного представления известна с 1933 г. Ее основы разработаны известным индийским ученым Ш. Р. Ранганатаном для классификации библиотечных источников. Использование модифицированных фасетных моделей нашло широкое применение в педагогике, экономике, технике и других областях[2].

Для выполняемых исследований определим понятие ситуации для условий экспертного окружения и структуру фасетного представления на основе монопотоков и информационных пучков.

Ситуация в условиях экспертного окружения – это комплекс условий и событий, на основе которых формируется представление о состоянии объекта или процесса строительства с использованием идентификационных признаков и экспертных оценок, входящих в экспертное окружение.

В ходе исследования получено три вида ситуаций.

Ситуация 1 – все идентификационные признаки и экспертные оценки для монопотоков имеют положительные решения (RE^{+}).

Ситуация 2 – все идентификационные признаки и экспертные оценки для монопотоков имеют отрицательные решения (RE^{-}).

[1] Корниенко В. Д., Наркевич М. Ю., Филиппов А. Ю. и др. Метод принятия решений о выборе траектории обработки изображения на основе векторного классификационного признака. *Электротехнические системы и комплексы*, 2025, № 1 (66), с. 58–66. https://doi.org/10.18503/2311-8318-2025-1(66)-58-66; EDN: DVAMIR; Корниенко В. Д., Наркевич М. Ю., Логунова О. С. и др. Методика сбора и обработки информации для контроля состояния территории, зданий и сооружений на опасных производственных объектах металлургического предприятия. *Электротехнические системы и комплексы*, 2022, № 4 (57), с. 76–87. https://doi.org/10.18503/2311-8318-2022-4(57)-76-87; EDN: MLSKSS

[2] Обухова О. Л., Соловьев И. В., Бирюкова Т. К. и др. Модель фасетного информационного поиска в коллекции научных материалов. *Системы и средства информатики*, 2009, т. 19, № 2, с. 163–174. EDN: KZRDGD; Подвальный С. Л., Мугатина В. М., Васильев Е. М. Фасетные нейросети в задачах распознавания образов. *Математические методы в технике и технологиях – ММТТ*, 2020, т. 6, с. 90–95. EDN: HJLSZZ; Маркова Н. А., Обухова О. Л., Соловьев И. В., Чочиа А. П. Эффективная фасетная навигация в электронных коллекциях. *Системы и средства информатики*, 2007, т. 17, № 1, с. 214–222. EDN: KZXXGH; Грушевский С. П. Фасетные учебно-информационные комплексы в системе повышения квалификации учителей естественно-научных дисциплин. *Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров*, 2021, № 2 (47), с. 50–62. EDN: EOGEUI; Корниенко В. Д. *Методы и алгоритмы обработки графической информации в системе мониторинга технического состояния опасных производственных объектов промышленного предприятия*: дис. … канд. техн. наук. Магнитогорск, 2025, 229 с. EDN: ALHOGO; Логунова О. С., Наркевич М. Ю., Корниенко В. Д. Блочный метод принятия решения о траектории обработки графической информации как основа искусственного интеллекта в автоматизированной системе мониторинга. *Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки*, 2025, т. 52, № 4, с. 106–117. https://doi.org/10.21822/2073-6185-2025-52-4-106-117; EDN: CBRBIG

Ситуация 3 – часть идентификационных признаков и экспертных оценок для монопотоков имеет положительные решения, а часть – отрицательные.

На рис. 1 монопотоки *Ситуации 1* обозначены с заполненным началом (*MSig*1), а *Ситуации 2* – с пустым началом (*MSig*2). При этом следует заметить, что информационные пучки не сформированы. Для монопотоков каждый идентификатор или показатель образует элементарный фасет, между которым и другими фасетами отсутствует взаимосвязь.

Более сложной процедурой является формирование информационных пучков на основе группировочных признаков для идентификаторов или показателей. В этом случае необходимо построение справочной системы групп и правил их объединения. На рис. 1 информационные пучки показаны в виде объединения нескольких монопотоков в единое целое (причем в пучок могут входить мнопотоки как с положительным, так и с отрицательным решением). Монопотоки и информационные пучки являются входными данными для определения ситуации при оценке состояния объекта и процесса.

Формирование группировочных признаков и значений элементов группы выполняется на основе известных нормативно-технических документов и экспертного опыта. В работе Д. Е. Богачёва[1] на основе результатов И. Ш. Шихмурадовой[2] предложена обобщенная схема классификации с группировочными признаками строительного контроля, схема которой приведена на рис. 2. Данная классификация используется авторами с целью формирования базового стационарного слоя для *ситуационного конструктора на основе динамических фасетных структур* для построения ситуационной модели состояния строительного объекта на основе экспертных показателей.

На рис. 2 символом «*» выделен блок новых информационных технологий, добавленный в классификацию. Этот блок допускает использование результатов новых информационных технологий в процессе проведения экспертизы. Блоки схемы с серым фоном определяют обязательную базовую стационарную часть фасетной модели, блоки со штриховой границей – динамическую часть, формируемую ситуационным конструктором на основе динамических фасетных структур.

На рис. 3. приведено графическое представление ситуационной модели для экспертного окружения строительного объекта.

[1] Богачёв Д. Е. Классификация видов контроля качества в строительстве. *Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум».* URL: https://scienceforum.ru/2017/article/2017040366 (дата обращения: 05.04.2026).

[2] Шихмурадова И. Ш. Методологические основы оценки качества строительной продукции. *Региональные проблемы преобразования экономики*, 2025, № 6 (176), с. 302–308. https://doi.org/10.26726/ rppe2025v6mffat; EDN: WPNNWX

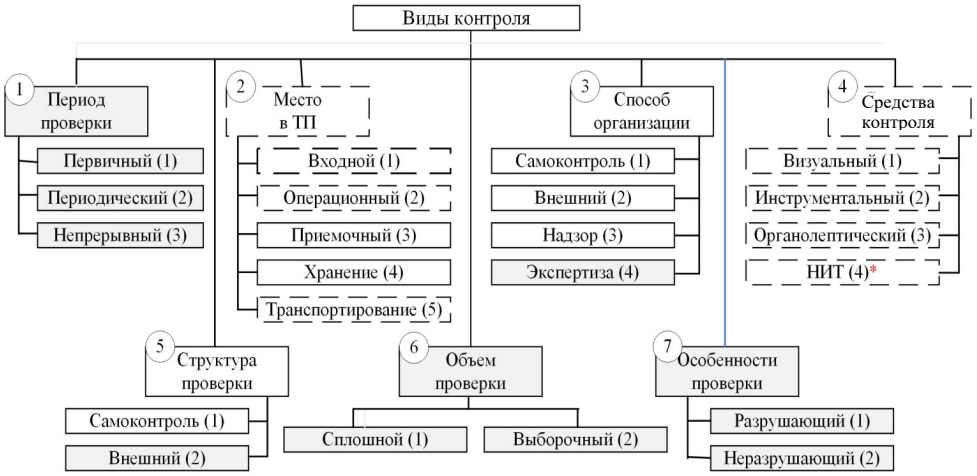


Рис. 2. Обобщенная схема классификации с группировочными признаками базового стационарного слоя для ситуационного конструктора на основе динамических фасетных структур: ТП – технологический процесс; НИТ – новые информационные технологии

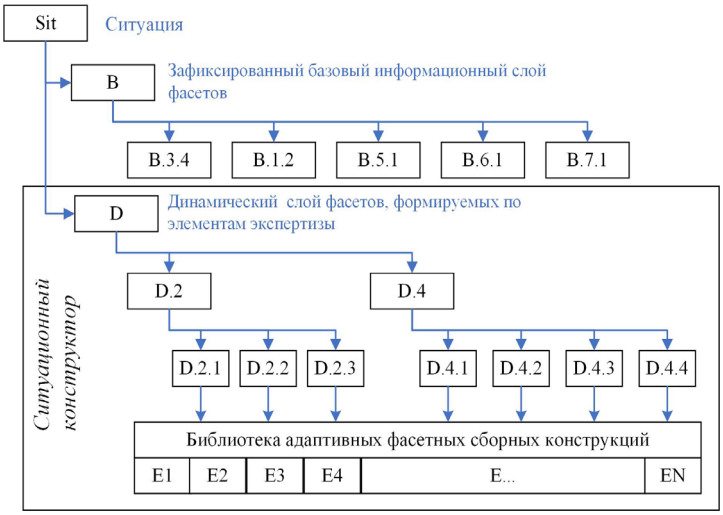


Рис. 3. Графическое представление ситуационной модели для экспертного окружения строительного объекта

На рис. 3 введены обозначения: *Sit* – ситуация, характеризующая состояние объекта или процесса; *B* – базовый стационарный слой, содержащий информацию об условиях получения информации; *B.3.4* – определяет способ организации контроля в виде экспертизы; *B.1.2* – определяет периодичный способ контроля; *B.5.1* – определяет внешний контроль на основе экспертизы; *B.6.1* – определяет сплошной контроль; *B.7.1* – определяет неразрушающий контроль элементов объекта; *D* – динами-

ческий слой фасетов, заполняемый по результатам экспертизы элементов строительного объекта; *D.2* – определяет место экспертизы в технологическом процессе; *D.4* – определяет один из видов контроля в технологическом процессе (согласно группе на рис. 3); *D.2.1, ..., D.2.3* – одно из средств контроля по выбору эксперта; *D.4.1, ..., D.4.4* – одно из средств контроля, включая новые технологии, выбираемое экспертом на основании нормативных документов.

Отличительным признаком модели является наличие Библиотеки адаптивных фасетных сборных конструкций, структура которых является уникальной для выбранного типа элемента. Элементы библиотеки *E1, E2, ... EN* накапливаются и трансформируются по запросу эксперта. При этом входными параметрами сборных конструкций элементов библиотеки являются как монопотоки, так и информационные пучки, определяемые экспертом.

Аналитическая процедурная запись фасетной модели для описания ситуации принимает вид:

$$\begin{gathered} Sit = \{B, D\}, \\ B = \{B.3.4, B.1.2, B.5.1, B.6.1, B.7.1\}, \\ D = \{D.2(D.2.1\{E\}, ..., D.2.3\{E\}); D.4(D.4.1\{E\}, ..., D.4.4\{E\})\}. \end{gathered} \tag{3}$$

Множество $\{E\}$ является массивом переменной длины со структурированными элементами. Каждый элемент этого множества является структурой, содержащей поля: код характеристики, значение характеристики, единицы измерения, код принадлежности к информационному пучку и т. п. Фрагмент структуры множества $\{E\}$ приведен на рис. 4.

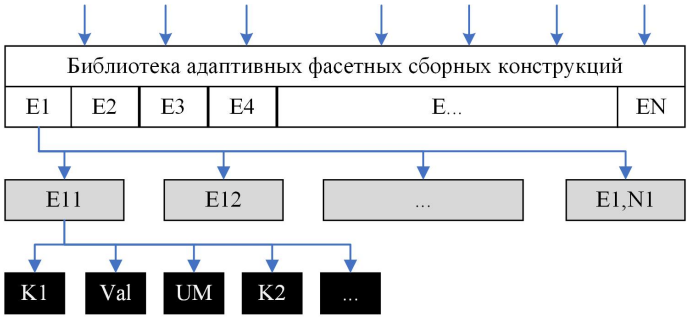


Рис. 4. Фрагмент структуры элемента множества {E}

На рис. 4 введены обозначения: *E11, E12, ..., E1, N1* – элементы массива *E1*, который является элементом динамического уровня в библиотеке фасетной модели; *N1* – длина массива для элемента *E1*; *K1* – код наименования характеристики дефекта по справочнику; *Val* – значение характеристики дефекта; *UM* – единица измерения

характеристики дефекта; *K2* – код принадлежности к информационному пучку: 0 – монопоток; 1, 2, 3, … – номер информационного пучка.

Процедурная запись для структуры элементов множества *E* имеет вид:

$$E = \{E1, \mathrm{E}2, ..., EN\}, \quad (4)$$

где каждый элемент множества *Ei* является массивом:

$$Ei = \{K1, \mathrm{Val}, \mathrm{UM}, K2...\},$$

Таким образом, уравнения (3) и (4) определяют аналитическую запись фасетной модели для описания ситуации, включая экспертные показатели элементов массива Ei в качестве значений поля *Ei*(*Val*) и принадлежности информационным пучкам *Ei*(*K2*). Значение *K2* определяется на основе экспертного опыта. Количество *Ni* характеристик дефекта определяется технической документацией. Определение структуры фасетной модели позволило определить структуры и модели данных для программной реализации.

Отличительными признаками фасетной модели в условиях экспертного окружения строительного объекта являются:

– экспертная природа информации, получаемая экспертами в ходе обследования элементов строительного объекта и процесса;

– размещение экспертных показателей в структуру фасетной модели (3)–(4) с учетом представления в виде монопотоков и информационных пучков;

– структурирование информации в ходе построения динамического слоя ситуационной модели строительного объекта и последующее использование построенных структур при синтезе элементов искусственного интеллекта.

На рис. 5 приведена обобщенная трехпольная схема между слоями в новой структуре графика строительно-монтажных работ. Трехпольные схемы активно используются для графического отображения взаимосвязей между фасетами в наукометрии. В области строительных работ трехпольная схема имеет двойственное назначение:

1) планирование экспертных работ на строительном объекте;

2) фиксирование результатов экспертной оценки после принятия решения.

На рис. 5 введены обозначения: $Plan^0$ – традиционный график производства строительно-монтажных работ; n_1, n_2, n_k, n_m – количество дней, отводимых на выполнение каждого вида работ; *Di*, *j* – показатель дефекта, выявленный в ходе экспертной оценки и входящий в экспертное окружение; *Ev1*, *Ev2*, *Ev3*, *Ev4*, *Ev5*, *EvN* – мероприятия, которые определены для устранения выявленных дефектов; *N* – количество мероприятий, которые можно использовать для устранения выявленных дефектов.

В поле работ символом «*» отмечаются календарные дни традиционного графика, в которых рекомендуется провести экспертную оценку; в поле эксперта – критические дефекты, для которых могут наблюдаться негативные эффекты при эксплуа-

тации объекта; в поле принятия решений – мероприятия, которые в обязательном порядке должны быть реализованы для устранения негативных эффектов при эксплуатации объекта. Сплошная календарная шкала распространяется только на работы традиционного графика. Остальные события определяются по установленным связям на трехпольном графике.

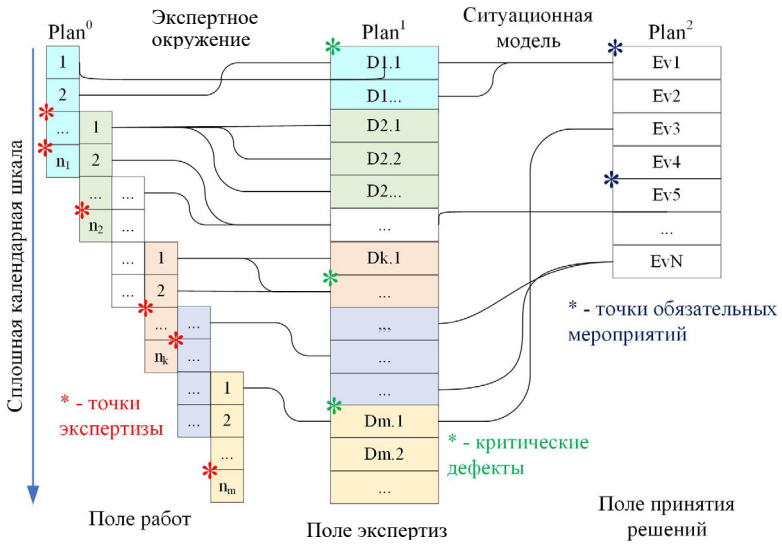


Рис. 5. Трехпольная схема между слоями в новой структуре графика производства строительно-монтажных работ

Выводы

1. Введено понятие экспертного окружения и даны определения терминов, необходимых для его построения: идентификационные показатели, экспертные показатели, условия экспертного окружения. Построена модель экспертного окружения, которая использует понятия монопотока информации и информационных пучков для идентификационных признаков для проведения независимой экспертизы строительного объекта, определяет предпосылки для оценки ситуации на основе экспертных показателей для введения ситуационного управления и корректировки многомерного декларативного графика строительства.

2. Предложена обобщенная схема трансформации классификации видов контроля качества проведения строительных работ, которая положила основу для построения ситуационной модели состояния строительного объекта на основе экспертных показателей с группировочными признаками базового стационарного слоя для ситуационного конструктора на основе динамических фасетных структур.

3. Предложена модель многомерного декларативного графика производства строительно-монтажных работ, структура которого не противоречит приказу Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федера-

ции от 5 июня 2018 г. № 336/пр. При этом новая структура учитывает наличие экспертного окружения строительного процесса и характеристики оперативной ситуации при обнаружении дефектов строительного объекта на ранней стадии для снижения рисков возникновения аварий и инцидентов. Обновленный вид графика позволяет оставлять цифровой след для результатов проведенных мероприятий.

4. Построение трех видов моделей позволило разработать новый информационный профиль цифрового паспорта строительного объекта и на его основе сформировать теоретико-множественную модель, положенную в основу структуры системы принятия решений о проведении корректирующих мероприятий с элементами искусственного интеллекта.

Список источников / References

Богачёв Д. Е. Классификация видов контроля качества в строительстве. *Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум».* URL: https://scienceforum.ru/2017/article/2017040366 (дата обращения: 05.04.2026).

Bogachev D. E. Classification of quality control types in construction. *Proceedings of the IX International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum".* Available at: https://scienceforum.ru/2017/article/2017040366 (accessed: 05.04.2026). (In Russ.)

Бондарев И. С., Гаврицков С. А., Логунова О. С., Наркевич М. Ю. Представление результатов теоретико-множественного анализа сложной системы. *Вестник Череповецкого государственного университета,* 2024, № 5 (122), с. 18–30. https://doi.org/10.23859/1994-0637-2024-5-122-2; EDN: OGERCD

Bondarev I. S., Gavritskov S. A., Logunova O. S., Narkevich M. Yu. Presenting the results of set-theoretical analysis of a complex system. *Cherepovets State University Bulletin*, 2024, no. 5 (122), pp. 18–30. (In Russ.) https://doi.org/10.23859/1994-0637-2024-5-122-2; EDN: OGERCD

Грушевский С. П. Фасетные учебно-информационные комплексы в системе повышения квалификации учителей естественно-научных дисциплин. *Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров*, 2021, № 2 (47), с. 50–62. EDN: EOGEUI

Grushevsky S. P. Faceted educational and information complexes in the system of advanced training for teachers of natural science disciplines. *Scientific support for the system of advanced training of personnel*, 2021, no. 2 (47), pp. 50–62. (In Russ.) EDN: EOGEUI

Корниенко В. Д. *Методы и алгоритмы обработки графической информации в системе мониторинга технического состояния опасных производственных объектов промышленного предприятия*: дис. … канд. техн. наук. Магнитогорск, 2025, 229 с. EDN: ALHOGO

Kornienko V. D. *Methods and algorithms for processing graphic information in the system for monitoring the technical condition of hazardous production facilities of an industrial enterprise*: Cand. thesis in Technical Sciences. Magnitogorsk, 2025, 229 p. (In Russ.) EDN: ALHOGO

Корниенко В. Д., Наркевич М. Ю., Логунова О. С. и др. Методика сбора и обработки информации для контроля состояния территории, зданий и сооружений на опасных производственных объектах металлургического предприятия. *Электротехнические системы и*

комплексы, 2022, № 4 (57), с. 76–87. https://doi.org/10.18503/2311-8318-2022-4(57)-76-87; EDN: MLSKSS

Kornienko V. D., Narkevich M. Iu., Logunova O. S., et al. Methodology for collecting and processing information to monitor the state of the territory, buildings and structures at hazardous production facilities of a metallurgical enterprise. *Electrotechnical Systems and Complexes*, 2022, no. 4 (57), pp. 76–87. (In Russ.) https://doi.org/10.18503/2311-8318-2022-4(57)-76-87; EDN: MLSKSS

Корниенко В. Д., Наркевич М. Ю., Филиппов А. Ю. и др. Метод принятия решений о выборе траектории обработки изображения на основе векторного классификационного признака. *Электротехнические системы и комплексы*, 2025, № 1 (66), с. 58–66. https://doi.org/10.18503/2311-8318-2025-1(66)-58-66; EDN: DVAMIR

Kornienko V. D., Narkevich M. Iu., Filippov A. Yu., et al. Decision making method on the choice of image processing trajectory based on vector classification feature. *Electrotechnical Systems and Complexes*, 2025, no. 1 (66), pp. 58–66. (In Russ.) https://doi.org/10.18503/2311-8318-2025-1(66)-58-66; EDN: DVAMIR

Логунова О. С., Наркевич М. Ю., Корниенко В. Д. Блочный метод принятия решения о траектории обработки графической информации как основа искусственного интеллекта в автоматизированной системе мониторинга. *Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки*, 2025, т. 52, № 4, с. 106–117. https://doi.org/10.21822/2073-6185-2025-52-4-106-117; EDN: CBRBIG

Logunova O. S., Narkevich M. Iu., Kornienko V. D. Block method of decision making on the trajectory of graphic information processing as a basis for artificial intelligence in an automated monitoring system. *Herald of Dagestan State Technical University. Technical Sciences*, 2025, vol. 52, no. 4, pp. 106–117. (In Russ.) https://doi.org/10.21822/2073-6185-2025-52-4-106-117; EDN: CBRBIG

Маркова Н. А., Обухова О. Л., Соловьев И. В., Чочиа А. П. Эффективная фасетная навигация в электронных коллекциях. *Системы и средства информатики*, 2007, т. 17, № 1, с. 214–222. EDN: KZXXGH

Markova N. A., Obukhova O. L., Soloviev I. V., Chochia A. P. Effective faceted navigation in digital collections. *Systems and Means of Informatics*, 2007, vol. 17, no. 1, pp. 214–222. (In Russ.) EDN: KZXXGH

Обухова О. Л., Соловьев И. В., Бирюкова Т. К. и др. Модель фасетного информационного поиска в коллекции научных материалов. *Системы и средства информатики*, 2009, т. 19, № 2, с. 163–174. EDN: KZRDGD

Obukhova O. L., Soloviev I. V., Biriukova T. K., et al. A model of facet information retrieval within the collection of scientific materials. *Systems and Means of Informatics*, 2009, vol. 19, no. 2, pp. 163–174. (In Russ.) EDN: KZRDGD

Осипов Н. А., Наркевич М. Ю., Квасова Н. А. и др. Цифровой паспорт технического объекта: концепция и предпосылки трансформации. *Электротехнические системы и комплексы*, 2026, № 1 (70), с. 44–49. https://doi.org/10.18503/2311-8318-2026-1(70)-44-49; EDN: LRLJXD

Osipov N. A., Narkevich M. Iu., Kvasova N. A., et al. Concept and transformation prerequisites of digital construction site passport. *Electrotechnical Systems and Complexes*, 2026, no. 1 (70), pp. 44–49. (In Russ.) https://doi.org/10.18503/2311-8318-2026-1(70)-44-49; EDN: LRLJXD

Подвальный С. Л., Мугатина В. М., Васильев Е. М. Фасетные нейросети в задачах распознавания образов. *Математические методы в технике и технологиях – ММТТ*, 2020, т. 6, с. 90–95. EDN: HJLSZZ

Podvalny S. L., Mugatina V. M., Vasiliev E. M. Faceted neural networks in object recognition tasks. *Mathematical Methods in Engineering and Technology (MMTT)*, 2020, vol. 6, pp. 90–95. (In Russ.) EDN: HJLSZZ

Талапов В. В. Основы *BIM. Введение в информационное моделирование зданий* [Электронный ресурс]. Саратов: Профобразование, 2017, 392 с. EDN: ZGKAKN

Talapov V. V. *BIM fundamentals. Introduction to building information modeling* [Electronic resource]. Saratov: Profobrazovanie, 2017, 392 p. (In Russ.) EDN: ZGKAKN

Шихмурадова И. Ш. Методологические основы оценки качества строительной продукции. *Региональные проблемы преобразования экономики*, 2025, № 6 (176), с. 302–308. https://doi.org/10.26726/ rppe2025v6mffat; EDN: WPNNWX

Shikhmuradova I. Sh. Methodological foundations for assessing the quality of construction products. *Regional Problems of Economic Transformation*, 2025, no. 6 (176), pp. 302–308. (In Russ.) https://doi.org/10.26726/ rppe2025v6mffat; EDN: WPNNWX

Сведения об авторах

Николай Александрович Осипов – аспирант, https://orcid.org/0000-0002-9965-8632, mr.osipof@gmail.com, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова (д. 38, пр-т. Ленина, 455000 Магнитогорск, Россия); **Nikolay A. Osipov** – Postgraduate Student, https://orcid.org/0000-0002-9965-8632, mr.osipof@gmail.com, Nosov Magnitogorsk State Technical University (38, pr. Lenina, 455000 Magnitogorsk, Russia).

Михаил Юрьевич Наркевич – доктор технических наук, доцент, https://orcid.org/0000-0001-6608-8293, narkevich_mu@mail.ru, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова (д. 38, пр-т. Ленина, 455000 Магнитогорск, Россия); **Mikhail Yu. Narkevich** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, https://orcid.org/0000-0001-6608-8293, narkevich_mu@mail.ru, Nosov Magnitogorsk State Technical University (38, pr. Lenina, 455000 Magnitogorsk, Russia).

Оксана Сергеевна Логунова – доктор технических наук, профессор, https://orcid.org/0000-0002-7006-8639, logunova66@mail.ru, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова (д. 38, пр-т. Ленина, 455000 Магнитогорск, Россия); **Oxana S. Logunova** – Doctor of Technical Sciences, Professor, https://orcid.org/0000-0002-7006-8639, logunova66@mail.ru, Nosov Magnitogorsk State Technical University (38, pr. Lenina, 455000 Magnitogorsk, Russia).

Олег Евгеньевич Гаврилов – инженер, https://orcid.org/0009-0003-5246-5811, oleggavrilovavb@gmail.com, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова (д. 38, пр-т. Ленина, 455000 Магнитогорск, Россия); **Oleg E. Gavrilov –** Engineer, https://orcid.org/0009-0003-5246-5811, oleggavrilovavb@gmail.com, Nosov Magnitogorsk State Technical University (38, pr. Lenina, 455000 Magnitogorsk, Russia).

Михаил Владимирович Логунов – аспирант, logunovm61@mail.ru, https://orcid.org/0009-0001-7902-8537, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова (д. 38, пр-т. Ленина, 455000 Магнитогорск, Россия); **Mikhail V. Logunov** – Postgraduate Student, logunovm61@mail.ru, https://orcid.org/0009-0001-7902-8537, Nosov Magnitogorsk State Technical University (38, pr. Lenina, 455000 Magnitogorsk, Russia).

Заявленный вклад авторов: Осипов Н. А. – построение моделей; Наркевич М. Ю. – обобщение результатов исследования; Логунова О. С. – концепция и идея исследования; Гаврилов О. Е. – визуализация; Логунов М. В. – визуализация. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: Osipov N. A. – construction of models; Narkevich M. Yu. – generalization of research results; Logunova O. S. – concept and idea of the research; Gavrilov O. E. – visualization; Logunov M. V. – visualization. The authors contributed equally to this article.

Статья поступила в редакцию 07.05.2026; одобрена после рецензирования 02.09.2026; принята к публикации 17.09.2026.

The article was submitted 07.05.2026; Approved after reviewing 02.09.2026; Accepted for publication 17.09.2026.