

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 69.009

DOI: 10.22227/1997-0935.2024.10.1666-1675

Применение функционально ориентированных систем моделирования при осуществлении строительного контроля

Азарий Абрамович Лапидус, Алексей Юрьевич Щукин

Национальный исследовательский Московский государственный строительный
университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Проведено исследование функциональных зависимостей между основными участниками строительного контроля, такими как технический заказчик, генеральный подрядчик и генеральный проектировщик.

Материалы и методы. Структура их взаимодействия показана в виде блок-схемы, которая составлена с использованием функционально ориентированной методологии анализа. Представление информации в виде блок-схемы дает возможность проанализировать взаимодействие участников на каждом этапе выполнения строительного контроля. Также интеграция метода IDEF0-моделирования позволяет производить анализ и корректировать взаимосвязи между функциональными блоками.

Результаты. Создание декомпозиции строительного контроля происходит путем формирования функциональных блоков, которые состоят из основных этапов осуществления строительного контроля. Затем выполняется комплексная декомпозиция этих блоков, что позволяет получить «микроуровень» каждого из основных блоков. Такой подход к формированию взаимосвязей между основными участниками строительного контроля в последующем даст возможность выявить основные проблемы, которые встречаются на этапе контроля, и поможет повышению эффективности и структурированию системы строительного контроля.

Выводы. Предлагается по-новому взглянуть на строительный контроль с точки зрения функционального взаимодействия участников контроля, что в будущем приведет к уменьшению количества некачественно выполненной строительной продукции или операций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: строительный контроль, организационные структуры, взаимодействие участников строительства, функциональные блоки, схема проведения строительного контроля, модули-этапы, декомпозиция IDEF0, организация строительства

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Лапидус А.А., Щукин А.Ю. Применение функционально ориентированных систем моделирования при осуществлении строительного контроля // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19. Вып. 10. С. 1666–1675. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.10.1666-1675

Автор, ответственный за переписку: Алексей Юрьевич Щукин, 89834045064@mail.ru.

Application of function-oriented modelling systems in construction control implementation

Azariy A. Lapidus, Aleksei Yu. Shchukin

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The study of functional dependencies between the main participants of construction control, such as technical customer, general contractor and general designer, is carried out.

Materials and methods. The structure of their interaction is presented in the form of a flowchart, which is drawn up using function-oriented analysis methodology. Presentation of information in the form of a flowchart makes it possible to analyze the interaction of participants at each stage of construction control. Also, integration of IDEF0 modelling method allows to analyze and correct the relationships between functional blocks.

Results. Construction control decomposition is created by forming functional blocks, which consist of the main stages of construction control realization. Then a complex decomposition of these blocks is performed, which allows us to obtain a "micro-level" of each of the main blocks. This approach to the formation of interrelationships between the main participants

of construction control will subsequently allow to identify the main problems that are encountered at the stage of control and will help to improve the efficiency and structuring of the construction control system.

Conclusions. It is proposed to take a new look at construction control from the point of view of functional interaction of control participants, which in the future will lead to a reduction in the number of poor-quality construction products or operations.

KEYWORDS: construction control, organizational structures, interaction of construction participants, functional blocks, construction control scheme, modules-stages, IDEF0 decomposition, construction organization

FOR CITATION: Lapidus A.A., Shchukin A.Yu. Application of function-oriented modelling systems in construction control implementation. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2024; 19(10):1666-1675. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.10.1666-1675 (rus.).

Corresponding author: Aleksei Yu. Shchukin, 89834045064@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

В наше время сложно представить современный город без возведения новых жилых, промышленных и уникальных зданий и сооружений. Однако ни одно строительство не может осуществляться без участия строительного контроля, так как оно является сложным и состоит из множества этапов технологических процессов [1].

Из-за неточного распределения функций между техническим заказчиком, генеральным проектировщиком и генеральным подрядчиком возникает несогласованность действий, что приводит к увеличению сроков строительства, плохому качеству выполненных работ и строительных конструкций. Решением данной проблемы может стать сформированная схема взаимодействия проведения строительного контроля в виде блок-схемы с функциональным взаимодействием всех участников.

Изучив нормативную документацию, такую как СП 48.13330.2019 «Организация строительства», Постановление Правительства РФ от 21.06.2010 № 468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства», Градостроительный кодекс РФ (ст. 53), а также статьи различных авторов, можно сделать вывод, что в научном сообществе представление систем выполнения строительного контроля чаще всего представляется в табличном или письменном виде [2].

Задача данной статьи — представить структуру проведения строительного контроля в виде блок-схемы, состоящей из четырех блоков, которые описывают основные этапы с их последующей декомпозицией для более наглядного и понятного представления структуры строительного контроля [3, 4]. На сегодняшний день применение функционально ориентированных систем моделирования помогает создать одну из самых точных декомпозиций структуры организации строительного контроля.

Основные этапы при выполнении строительного контроля [5, 6]:

А. Входной контроль проектной и рабочей документации [7].

Б. Осуществление входного контроля на строительной площадке [8].

В. Проведение операционного контроля [9].

Г. Выполнение приемочного контроля [10].

Согласно нормативным документам и законодательным документам РФ, основные участники строительного контроля [11]:

- технический заказчик;
- генеральный подрядчик;
- генеральный проектировщик.

В ходе исследования необходимо изучить и составить структуры проведения строительного контроля, используя функционально ориентированные методологии анализа и моделирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Главный предмет исследования при составлении структуры — изучение функциональных связей между элементами и участниками строительного контроля [12]. Как и в любой другой системе, для обеспечения структурированной и корректно выполняемой работы необходимо точно понимать, в какой последовательности будут выполняться работы [13]. Для этого используем методологию моделирования производственной деятельности, представленную на рис. 1.

С целью описания функциональных связей используем функционально ориентированную методологию анализа, которая включает [14, 15]:

1. IDEF0 — создание функциональной модели.
2. IDEF1 — создание информационной модели и базы данных.
3. IDEF2 — создание динамической модели.
4. IDEF3 — описание потоков работ.
5. IDEF4 — проектирование клиент-серверных систем.
6. IDEF5 — описание онтологий.
7. DFD — описание сети функций, связанных потоками данных.

В данной статье используется IDEF0-моделирование, так как следует создать функциональную модель, которая отображает структуру и функцию системы, а также потоки информации и материальных объектов, связывающих эти функции [16, 17].

На рис. 2 приведена схема, отображающая основные элементы при использовании технологии IDEF0.

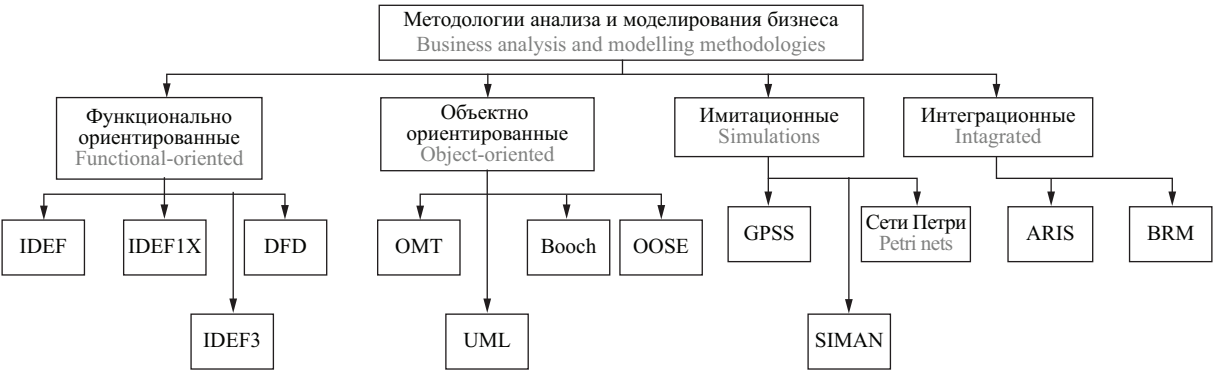


Рис. 1. Методология моделирования производственной деятельности
Fig. 1. Methodology of modeling of production activity

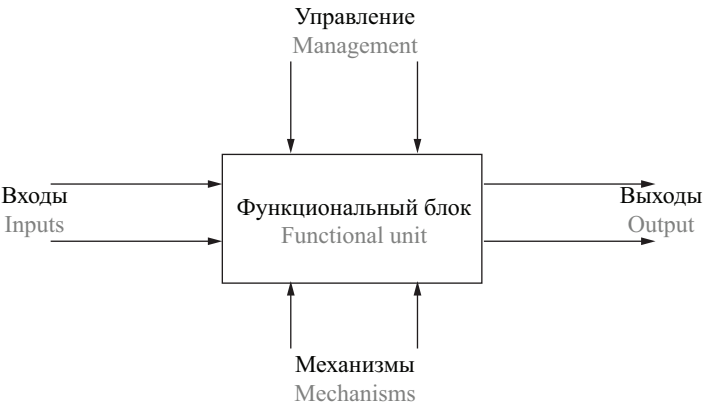


Рис. 2. Описание функционального блока
Fig. 2. Description of the functional block

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При применении IDEF0-моделирования функциональным блоком будет проведение строительного контроля [18]. На вход будут поступать следующие сведения: рабочая документация (РД), проектная документация (ПД), строительные материалы, конструкция здания, строительно-монтажные работы (СМР). На выходе

необходимо получить акт проверки, в котором будет указано соответствие выполненных работ проектной и рабочей документации, а также требования строительных норм и правил. В блок управления включены: нормативная документация, внутренние регламенты и процессы, геодезический и лабораторный контроль. Основные участники: генеральный подрядчик, технический заказчик и генеральный проектировщик [19].

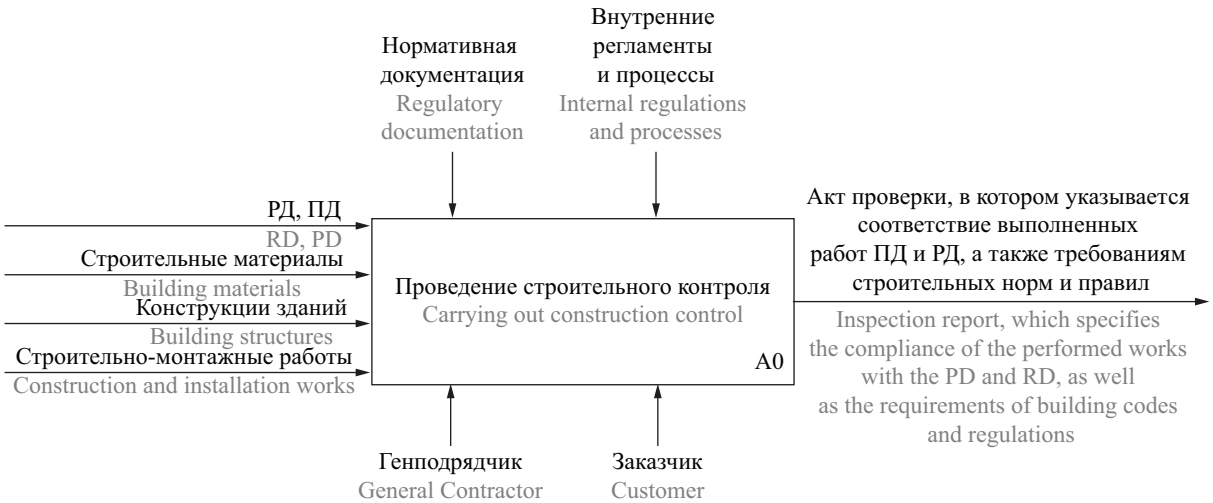


Рис. 3. Декомпозиция функционального блока A0
Fig. 3. Decomposition of the functional block A0

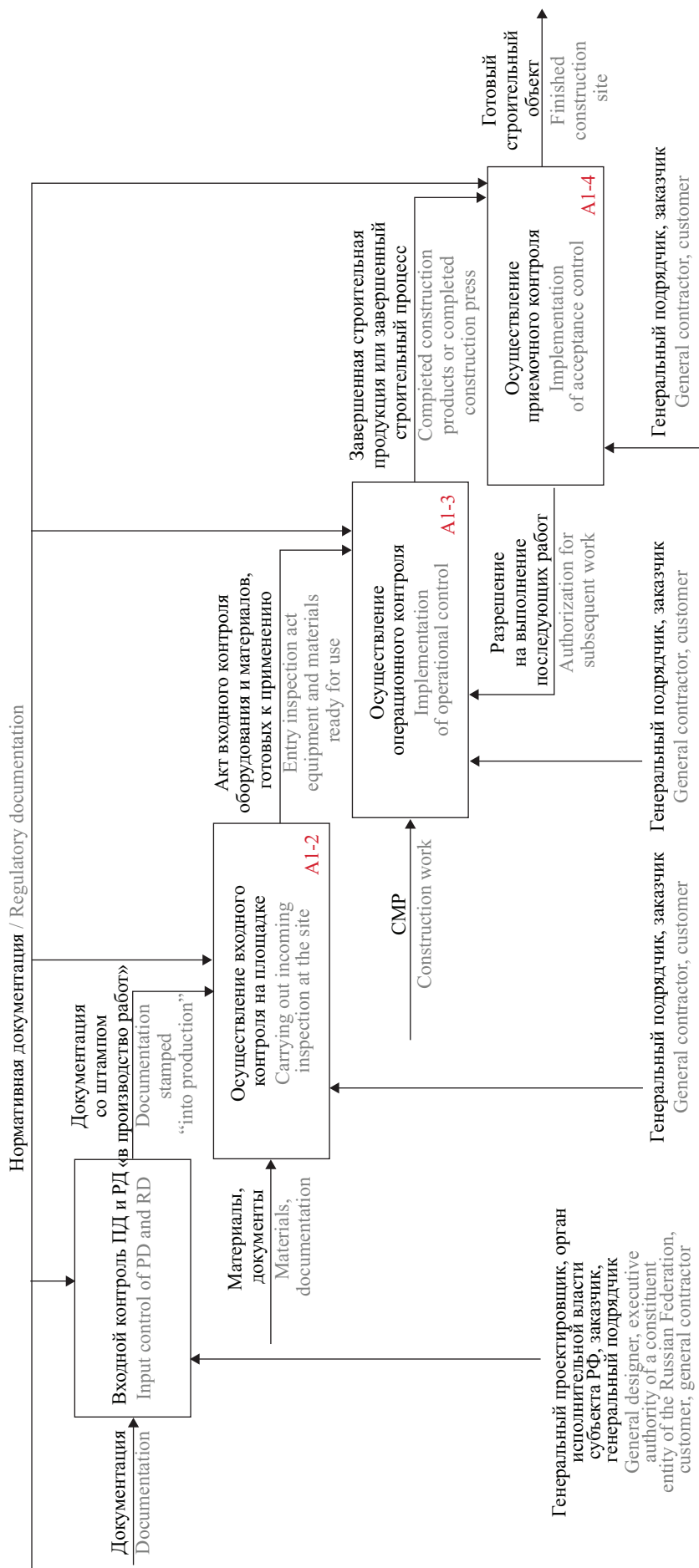


Рис. 4. Декомпозиция уровня А1
Fig. 4. Level A1 decomposition

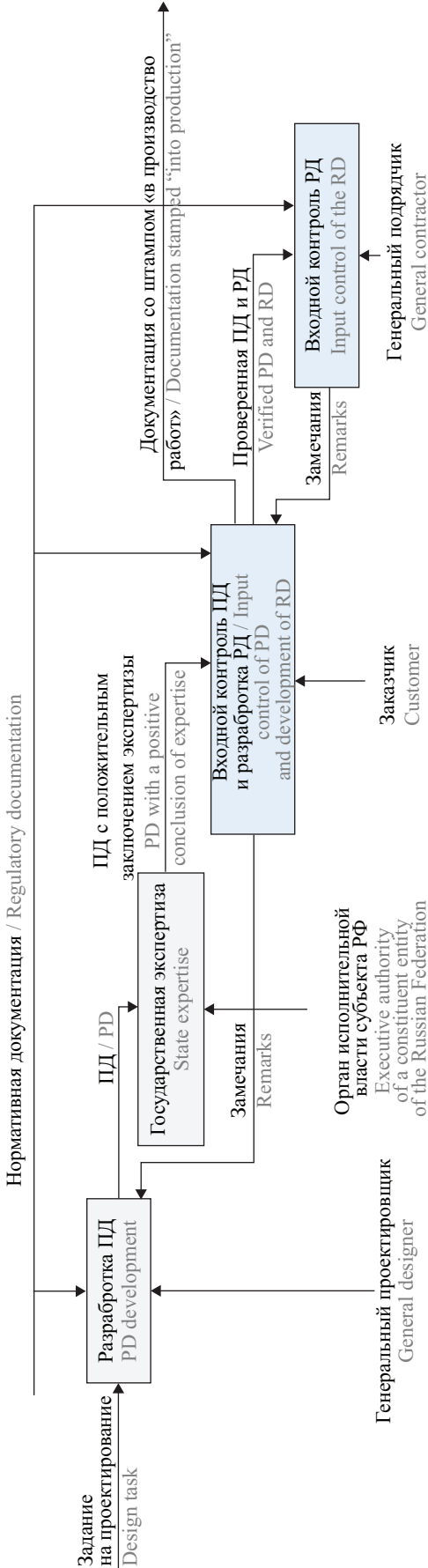


Рис. 5. Декомпозиция функционального блока A1-1

Fig. 5. Decomposition of functional block A1-1

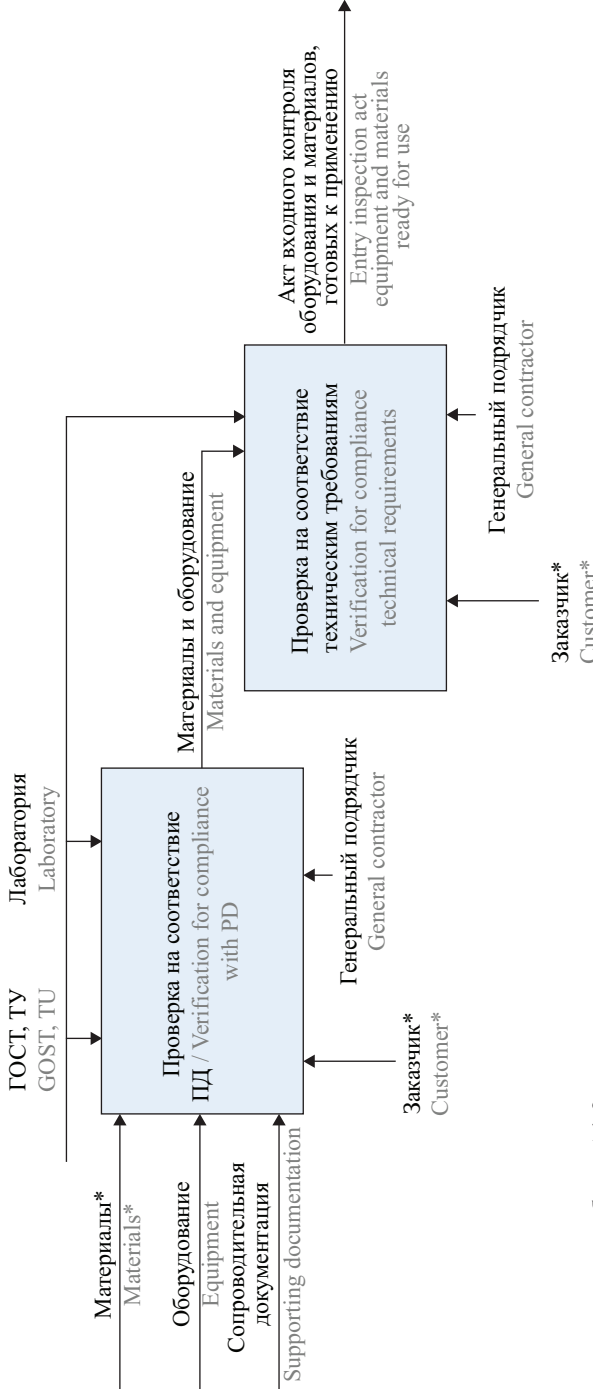


Рис. 6. Декомпозиция функционального блока A1-2

Fig. 6. Decomposition of functional block A1-2

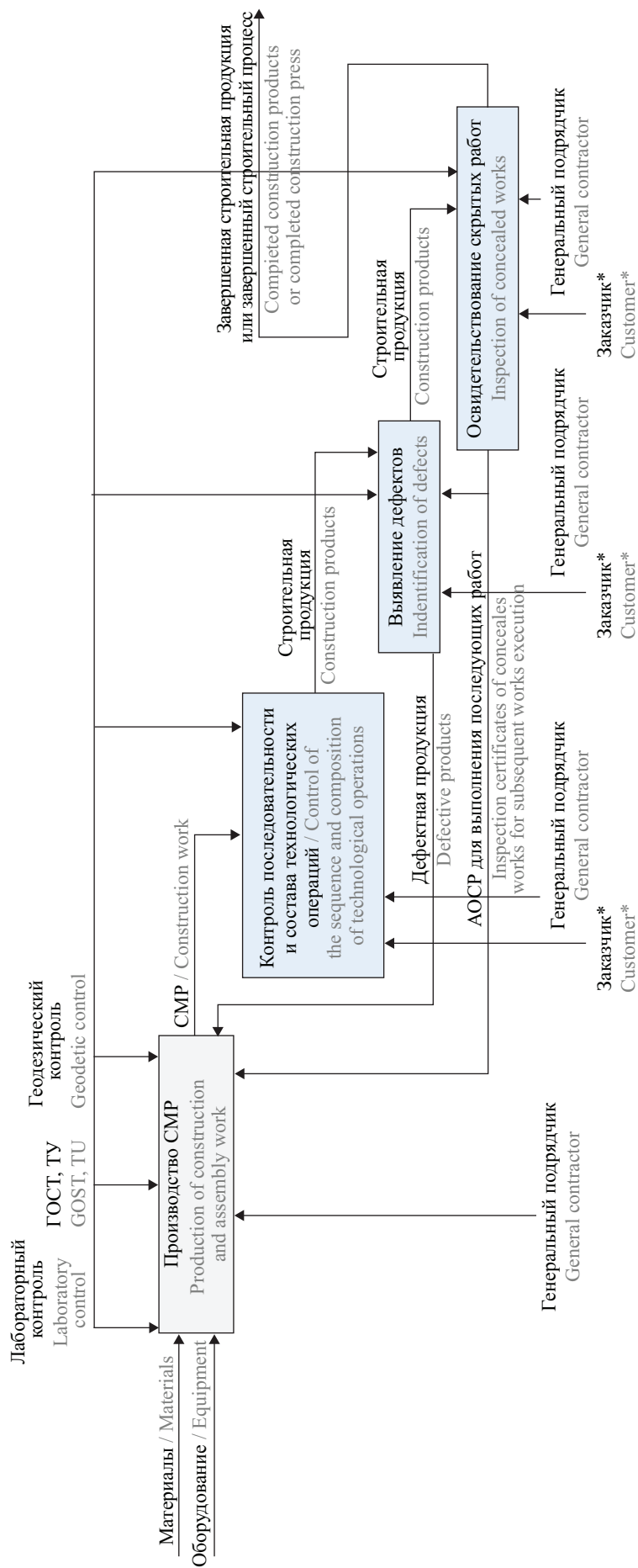


Рис. 7. Декомпозиция функционального блока А1-3
Fig. 7. Decomposition of functional block A1-3

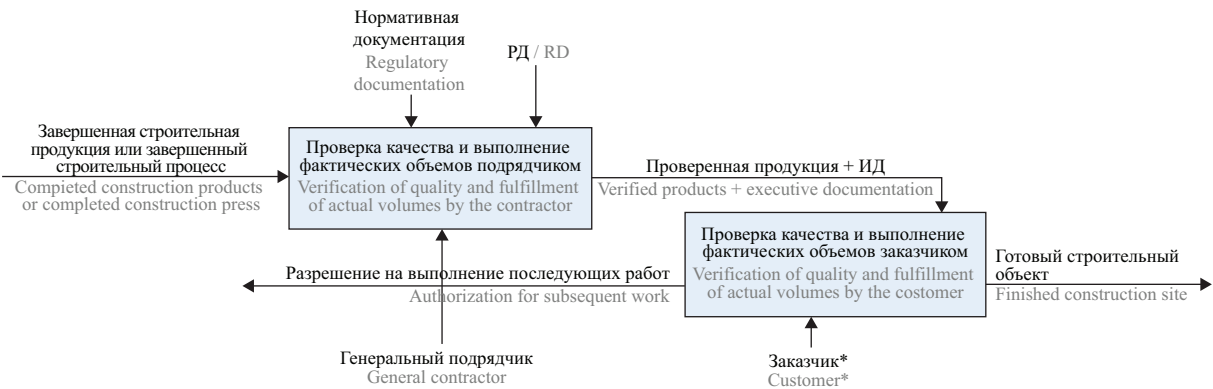


Рис. 8. Декомпозиция функционального блока А1-4

Fig. 8. Decomposition of functional block A1-4

Функциональный блок А0 представлен на рис. 3. Как было сказано ранее, основной идеей при IDEF0-моделировании служит декомпозиция блоков [20]. При декомпозиции функционального блока А0 получили следующее:

- функциональный блок А1-1: входной контроль рабочей и проектной документации;
- функциональный блок А1-2: проведение входного контроля на строительной площадке;
- функциональный блок А1-3: выполнение операционного контроля;
- функциональный блок А1-4: осуществление приемочного контроля.

Декомпозиция уровня А1 показана на рис. 4.

Для структурирования системы проведения строительного контроля на рисунках ниже показано функциональное взаимодействие в функциональных блоках декомпозиции А1.

На рис. 5 представлена декомпозиция функционального блока А1-1: входной контроль ПД и РД.

На рис. 6 приведена декомпозиция функционального блока А1-2: осуществление входного контроля на строительной площадке.

На рис. 7 представлена декомпозиция функционального блока А1-3: выполнение операционного контроля.

На рис. 8 показана декомпозиция функционального блока А1-4: проведение приемочного контроля.

В результате исследования составлена схема проведения строительного контроля при строительстве зданий и сооружений в виде блок-схемы с функциональным взаимодействием. Ключевыми элементами исследования являются функциональное взаимодействие между участниками строительного контроля и их структуризация с использованием методологии IDEF0.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного исследования можно сделать ряд выводов, представляющих интерес для научного сообщества.

Анализ существующей литературы и практики выполнения строительного контроля показывает, что описание функционального взаимодействия между участниками строительного контроля в табличном и письменном виде не отображает точно структурированности, которую может показать блочная схема.

При проведении исследования было предложено выделять функциональные блоки при осуществлении строительного контроля (А1-1: входной контроль ПД и РД; А1-2: выполнение входного контроля на строительной площадке; А1-3: проведение операционного контроля; А1-4: осуществление приемочного контроля). Использование функциональных блоков (А1-1, А1-2, А1-3, А1-4) поможет установить четкие этапы строительного контроля и отслеживать выполнение каждого из них.

Декомпозиция функциональных блоков, которая описывает структуру взаимодействия участников строительного контроля и отражает управление над функциональными блоками, позволит избавиться от нечеткого распределения функций между участниками строительного контроля и, благодаря наглядному отображению взаимосвязей между основными участниками строительства с помощью IDEF0-диаграммы, поможет повысить качество выполняемых работ и уменьшить сроки строительства.

На основании данных схем в дальнейшем исследовании планируется предложить сформированную организационную структуру для улучшения проведения работ строительного контроля.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Акулов А.О., Рада А.О., Кононова С.А. Анализ современных видов контроля строительных работ и проблемы их развития // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 9. С. 73–79. DOI: 10.17513/snt.39763. EDN WLWHZM.
2. Пиеничникова Я.В., Марыгина Л.В. Роль строительного контроля и надзора при реализации инвестиционно-строительных проектов // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2022. № 1. С. 137–140. EDN XFOTDX.
3. Скакалов В.А. Организационно-технологическая модель ведения строительного контроля как средство сведения к минимуму финансовых и временных затрат заказчика // Символ науки: международный научный журнал. 2017. № 6. С. 20–24. EDN YUNAIT.
4. Владыццев Н.В., Извольская И.В. Принцип моделирования бизнес-процессов в стандарте IDEF0 // Экономический анализ: теория и практика. 2008. № 9 (114). С. 11–17. EDN IJUNEZ.
5. Немихина С.А. Строительный контроль при строительстве автомобильных дорог // Образование. Наука. Производство : сб. докл. XV Междунар. молодежного форума. 2023. С. 93–96. EDN OTVIGN.
6. Липидус А.А., Макаров А.Н., Коротеев Д.Д., Болотова А.С. Строительный контроль в промышленном и гражданском строительстве : учебное пособие. М. : Издательство МИСИ – МГСУ, 2023.
7. Баулин А.В., Перунов А.С., Ермаков В.А. Периодичность и порядок составления документации по строительному контролю на объекте строительства // Вестник евразийской науки. 2019. Т. 11. № 5. С. 60. EDN ORDKNI.
8. Аглиева В.Ф. Совершенствование системы входного контроля качества строительных материалов // Фундаментальные и прикладные исследования гуманитарных и естественных наук: экономические, социальные, философские, политические, правовые, общенаучные аспекты : мат. Междунар. науч.-практ. конф. 2018. С. 9–12. EDN YUXJVC.
9. Бродский В.И. Организация операционного контроля в системе качества строительного производства // Системные технологии. 2020. № 3 (36). С. 15–18. EDN DBYWXN.
10. Смирнов С.А. Строительный контроль // Мат. Междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей им. Д.И. Менделеева, посвящ. 10-летию института промышленных технологий и инжиниринга. 2019. С. 256–258. EDN VXKUWC.
11. Олейник П.П. Основные тенденции развития организации строительного производства // Строительное производство. 2022. № 2. С. 21–25. DOI: 10.54950/26585340_2022_2_21. EDN VEAEPD.
12. Поверинова В.В. Совершенствование систем строительного контроля и надзора // Fundamental and Applied Approaches to Solving Scientific Problems : сб. ст. по мат. Междунар. науч.-практ. конф. 2019. С. 245–248. EDN UGJSXL.
13. Тебекин А.В. Методология функционального моделирования сложных технических систем модульного типа // Журнал технических исследований. 2021. Т. 7. № 2. С. 3–12. EDN ZJHCICQ.
14. Kiseleva E.V., Dambiev T.B., Stepanets V.E., Valkova S.S. Building Functional Diagram of Cargo Delivery to Describe and Research Processes in Freight Forwarding Company based on the IDEF0 Standard (SADT) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 988. Issue 2. P. 022060. DOI: 10.1088/1755-1315/988/2/022060
15. Газизова Г.И. Создание IDEF0-модели для анализа материальных потоков производства строительных материалов // Актуальные проблемы науки и техники : мат. II Междунар. науч.-техн. конф. 2022. С. 619–623. EDN RUNVWX.
16. Черемных С.В., Семенов И.О., Ручкин В.С. Структурный анализ систем: IDEF-технологии. М. : Финансы и статистика, 2001.
17. Чемисов С.Б. Применение методологии IDEF0 с целью моделирования бизнес-процессов на предприятии // Проблемы современной экономики. 2009. № 4 (32). С. 446–449. EDN MVTZCP.
18. Лапина М.А., Ржевская Н.В., Медведева А.С., Золотова А.Г. Применение диаграммы IDEF0 для наглядного представления структуры проекта // Auditorium. 2023. № 1 (37). С. 64–69. EDN SLZELT.
19. Симонов А.А., Алфимов А.В. Общий анализ деятельности заказчика и подрядчика как субъектов строительного контроля // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений : сб. науч. тр. 4-й Всерос. науч.-практ. конф. 2022. С. 485–487. EDN VMFKNT.
20. Прудников В.А. SADT-технология в построении IDEF-диаграмм в формировании структурной композиции информационных систем // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 36–47. EDN YMVMXB.

Поступила в редакцию 31 января 2024 г.

Принята в доработанном виде 30 марта 2024 г.

Одобрена для публикации 27 августа 2024 г.

ОБ АВТОРАХ: **Азарий Абрамович Лapidус** — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологий и организации строительного производства; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; SPIN-код: 8192-2653, Scopus: 57192378750, ResearcherID: B-4104-2016, ORCID: 0000-0001-7846-5770; Lapidusaa@mgsu.ru;

Алексей Юрьевич Щукин — магистр кафедры технологий и организации строительного производства; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; ORCID: 0000-0001-7754-8478; 89834045064@mail.ru.

Вклад авторов:

Лapidус А.А. — научное руководство, развитие методологии, доработка текста, итоговые выводы.

Щукин А.Ю. — развитие методологии, концепция исследования, написание исходного текста, итоговые выводы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Akulov A.O., Rada A.O., Kononova S.A. Analysis of modern types of control of construction works and problems of their development. *Modern High Technologies*. 2023; 9:73-79. DOI: 10.17513/snt.39763. EDN WLWHZM. (rus.).
2. Pshenichnikova Y.V., Marygina L.V. The role of construction control and supervision in the implementation of investment and construction projects. *Far East: Problems of Development of Architectural and Construction Complex*. 2022; 1:137-140. EDN XFOTDX. (rus.).
3. Skakalov V.A. Organizational and technological model of construction control as a means of minimizing the financial and time costs of the customer. *Symbol of Science: International Scientific Journal*. 2017; 6:20-24. EDN YUNAIT. (rus.).
4. Vladymtsev N.V., Izvolskaya I.V. The principle of modeling business processes in the IDEF0 standard. *Economic Analysis: Theory and Practice*. 2008; 9(114):11-17. EDN IJUNEZ. (rus.).
5. Nemikhina S.A. Construction control during the construction of highways. *Education. Science. Production : collection of reports of the XV International Youth Forum*. 2023. C. 93–96. EDN OTVIGN. (rus.).
6. Lapidus A.A., Makarov A.N., Koroteev D.D., Bolotova A.S. *Construction control in industrial and civil construction : textbook*. Moscow, Publishing house MISS – MGSU, 2023. (rus.).
7. Baulin A.V., Perunov A.S., Ermakov V.A. Frequency and procedure of preparation of documentation for construction control at the construction site. *Eurasian Scientific Journal*. 2019; 11(5):60. EDN ORDKNI. (rus.).
8. Aglieva V.F. Improvement of the system of incoming quality control of construction materials. *Fundamental and applied research of humanities and natural sciences: economic, social, philosophical, political, legal, general scientific aspects : materials of the international scientific and practical conference*. 2018; 9-12. EDN YUXJVC. (rus.).
9. Brodskiy V.I. Organizing in-process control in construction operations quality system. *System Technologies*. 2020; 3(36):15-18. EDN DBYWXN. (rus.).
10. Smirnov S.A. Construction control. *Materials of the international scientific and practical conference of young researchers named after D.I. Mendeleev, dedicated to the 10th anniversary of the Institute of Industrial Technologies and Engineering*. 2019; 256-258. EDN VXXUWC. (rus.).
11. Oleynik P.P. Main development trends organizations of construction production. *Construction Production*. 2022; 2:21-25. DOI: 10.54950/26585340_2022_2_21. EDN VEAEPD. (rus.).
12. Poverinova V.V. Improvement of construction control and supervision systems. *Fundamental and Applied Approaches to Solving Scientific Problems : a collection of articles based on the materials of the international scientific and practical conference*. 2019; 245-248. EDN UGJSXL. (rus.).
13. Tebekin A. Methodology for functional modeling of complex technical systems of modular type. *Journal of Technical Research*. 2021; 7(2):3-12. EDN ZJHCIQ. (rus.).
14. Kiseleva E.V., Dambiev T.B., Stepanets V.E., Valkova S.S. Building Functional Diagram of Cargo Delivery to Describe and Research Processes in Freight Forwarding Company based on the IDEFO Standard (SADT). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022; 988(2):022060. DOI: 10.1088/1755-1315/988/2/022060
15. Gazizova G.I. Creation of IDEF0-model for the analysis of material flows of building materials production. *Actual problems of science and technology : materials of the II International Scientific and Technical Conference*. 2022; 619-623. EDN RUNVWX. (rus.).
16. Cheremnykh S.V., Semenov I.O., Ruchkin V.S. *Structural analysis of systems: IDEF technologies*. Moscow, Finance and Statistics, 2001. (rus.).
17. Chemisov S.B. Application of IDEF0 methodology for the purposes of modeling of business-pro-

cesses at an enterprise. *Problems of Modern Economics*. 2009; 4(32):446-449. EDN MVTZCP. (rus.).

18. Lapina M.A., Rzhavska N.V., Medvedeva A.S., Zolotova A.G. Application of the IDEF0 diagram for a visual representation the structure of the project. *Auditorium*. 2023; 1(37):64-69. EDN SLZELT. (rus.).

19. Simonov A.A., Alfimov A.V. General analysis of customer and contractor activities as subjects of construction control. *Innovative Methods of Designing*

Building Structures of Buildings and Structures : collection of scientific papers of the 4th All-Russian scientific-practical conference. 2022; 485-487. EDN VMFKNT. (rus.).

20. Prudnikov V.A. SADT-technology in construction of IDEF-diagrams in the formation of the structural composition inside information systems. *Information Technologies of CAD/CAM/CAE*. 2020; 1(177):36-47. EDN YMVMXB. (rus.).

Received January 31, 2024.

Adopted in revised form on March 30, 2024.

Approved for publication on August 27, 2024.

B I O N O T E S : **Azariy A. Lapidus** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technology and Organization of Construction Production; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; SPIN-code: 8192-2653, Scopus: 57192378750, ResearcherID: B-4104-2016, ORCID: 0000-0001-7846-5770; Lapidusaa@mgsu.ru;

Aleksei Yu. Shchukin — master of the Department of Technology and Organization of Construction Production; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ORCID: 0000-0001-7754-8478; 89834045064@mail.ru.

Contribution of the authors:

Azariy A. Lapidus — scientific guidance, methodology development, text finalization, final conclusions.

Aleksei Yu. Shchukin — development of methodology, research concept, writing the original text, final conclusions.

The authors declare no conflict of interest.