

Д. П. Ануфриев, О. М. Шиккульская

*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет
ул. Татищева, 18, Астрахань, 414056, Россия*

adp_2000@mail.ru, shikul@mail.ru

КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СРЕДЫ РЕГИОНАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА

Обоснована необходимость создания единого информационного пространства регионального строительного кластера. С целью формирования интегрированной информационно-коммуникационной среды регионального строительного кластера Астраханской области выполнено функциональное моделирование бизнес-процессов в нотации IDEF0 и информационное моделирование системы в нотации DFD. Для отражения логики процессов, вертикальных и горизонтальных связей между ними разработана модель в нотации IDEF3 и диаграмма SwimLane. Созданные модели являются основой для разработки портала строительного кластера.

Ключевые слова: гетерархическая система, кластер, холон, бизнес-процесс, модель, диаграмма.

Предпосылки формирования интегрированной информационно-коммуникационной среды регионального строительного кластера Астраханской области

Стратегия социально-экономического развития Астраханской области до 2020 г. определяет повышение качества жизни населения как приоритетное направление, одним из показателей которого является создание комфортных условий проживания для населения. Одной из основных задач, решаемой в регионе, остается улучшение жилищных условий населения за счет увеличения объемов ввода жилья, повышения доступности его приобретения для граждан с различным уровнем доходов.

В настоящее время жилищный фонд Астраханской области составляет 22246,6 тыс. кв. м, в том числе 15387,8 тыс. кв. м (69,2 %) в городской и 6585,8 тыс. кв. м (30,8 %) в сельской местности. Общая площадь ветхого и аварийного жилищного фонда составляет 10 % от общего объема жилищного фонда области. Поэтому жилищная проблема является одной из наиболее актуальных в социальной сфере Астраханской области.

Астраханский строительный кластер включает в себя более 800 строительных организаций различных форм собственности, подавляющее большинство которых частные. Кроме того, в кластер входят обслуживающие предприятия и организации, занимающиеся подготовкой кадров для строительной отрасли, банки и другие кредитные организации, обеспечивающие население доступными ипотечными кредитами с гарантированными сроками ввода жилья в эксплуатацию, властные структуры на уровне региона, муниципальных образований, а также общественные организации.

Ануфриев Д. П., Шиккульская О. М. Концепция интегрированной информационно-коммуникационной среды регионального строительного кластера // Вестн. НГУ. Серия: Информационные технологии. 2017. Т. 15, № 3. С. 5–14.

Структура строительного кластера Астраханской области относится к гетерархическому типу, и пока еще весьма фрагментирована, но интенсивно развивается. Гетерархия – это способ организации, не являющийся ни рыночным, ни иерархическим. В то время как иерархии предполагают строгую соподчиненность по уровням, а рынки – отношения полной независимости, гетерархии предполагают отношения взаимозависимости (interdependence). Она сочетает в себе и элементы иерархии, и элементы рыночных отношений. Проведенный опрос участников строительного кластера в Астраханской области позволил сделать следующие выводы.

Компьютерный парк предприятий составляет в среднем 20–22 компьютера, причем 66 % составляют компьютеры 2011–2015 гг. выпуска, 34 % – более старые компьютеры. Большинство включенных в опрос предприятий (93 %) имеют локальные вычислительные сети, т. е. имеют возможность использования корпоративных информационных ресурсов. Во всех организациях имеется доступ в Интернет, причем выделенными каналами связи обладают только 22 % предприятий. Скорость передачи данных составляет свыше 512 Кб/с – 37 %, 32–512 Кб/с – 14 %, до 32 Кб/с – 14 % включенных в опрос предприятий.

Цели использования Интернет участниками опроса определяют следующим образом:

- работа с электронной почтой – 100 %,
- связь с вышестоящими организациями – 86 %,
- поиск необходимой информации – 93 %,
- размещение информации и реклама – 71 % (57 % предприятий имеют собственные сайты, представляющие эти организации в сети, однако только 29 % опрошенных используют для размещения информации и рекламы социальные сети).

Все предприятия используют программы бухгалтерского и складского учета. Среди них лидирует линейка программных продуктов 1С (Предприятие, Бухгалтерия, Склад) – 90 %. Кроме того, широко используются программы для расчета смет на строительство объекта, например, «Гранд Смета» используется на 50 % предприятий. В некоторых случаях применяются «Смета-Багира» или «РИК» – программы, предназначенные для автоматизированного выпуска сметной документации.

Практически все предприятия используют одновременно несколько систем автоматизированного проектирования, причем подавляющее большинство применяет Autocad различных версий (79 %) и Archicad (43 %). На третьем месте по частоте использования стоит 3DMax (29 %). Программы нового поколения, позволяющие применять технологии информационного моделирования зданий и промышленных объектов, например Revit (Autodesk), используются только в 7 % случаев. Аналогичные российские программные продукты фирмы АСКОН также редко применяются. В ряде случаев для расчетов строительных и железобетонных конструкций зданий и сооружений используются САПР «Лири», «Мономах», «NormCAD», «SCAD».

Правовые информационно-справочные системы используются на большинстве предприятий (около 57 % опрошенных используют систему «Консультант», 50 % – «Гарант»). Обновление баз происходит на основании заключенных договоров.

Все программное обеспечение – лицензионное. Активно используются программы, разработанные собственными силами.

Опрос показал, что многие строительные организации (64 %) используют системы электронного документооборота для внутреннего делопроизводства, но практически не применяют программное обеспечение для управления проектами (только 14 % предприятий пользуются такими программами). Многие руководители хотели бы использовать внешний информационный ресурс для обмена опытом с другими компаниями, получения информации о внедрении новых технологий, новых материалов, а также для повышения квалификации сотрудников без отрыва от производства.

В ближайшее время предполагается существенное увеличение мощности информационных потоков вследствие активного внедрения технологий информационного моделирования зданий (BIM – Building Information Modeling). Так, уже с 1 сентября 2016 г. предоставление ФАУ «Главгосэкспертиза России» услуги по проведению экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий по объектам, финансируемым за счет средств фе-

дерального бюджета, осуществляется только в электронном виде, а в 2017 г. аналогичный подход будет применяться к региональным экспертизам¹.

Проведенный анализ позволяет говорить о наличии большого числа информационных потоков, обрабатываемых гетерогенными информационными системами, в большинстве своем не взаимодействующими между собой, что существенно затрудняет получение и обработку информации (как от внешней среды, так и от элементов кластера), на основании которой можно выработать управляющее решение.

Гетерогенность информационной среды, вызванная тем, что в кластер объединены предприятия как основной производственной отрасли, так и сопутствующих отраслей, затрудняет создание единого информационного пространства, поддерживающего деятельность кластера. Гетерархическая организация бизнес-процессов строительного кластера и гетерогенность информационной среды делают кластер одним из сложнейших объектов информатизации.

Выходом из положения является создание единого информационного пространства регионального строительного кластера, построенного на следующих принципах: полнота информации; актуальность; прогнозируемость; время реакции; целостность; институциональность; безопасность.

В данной статье представлен вариант моделирования сложных бизнес-процессов строительного кластера с учетом независимых статических, динамических и стохастических параметров этой социально-экономической системы с гетерархическими связями. Это позволит осуществлять эффективный контроль и управление бизнес-процессами в кластере.

Моделирование бизнес-процессов строительного кластера

Эффективным инструментом моделирования бизнес-процессов являются диаграммы IDEF0, в основе которых лежит методология структурного анализа SADT (Structured Analysis and Design Technique).

Ввиду развитой инфраструктуры строительного кластера Астраханской области (рис. 1), моделируемая система будет включать как основные процессы – непосредственно строительство, так и управляющие, вспомогательные и обеспечивающие процессы. Основные процессы (строительство) осуществляют крупные предприятия строительной отрасли, составляющие ядро кластера, а также развивающийся вокруг них малый и средний бизнес.

К вспомогательным и обеспечивающим процессам относятся подготовка и переподготовка кадров, консультационные услуги и финансовое обеспечение. Подготовку кадров для строительной отрасли региона осуществляют три крупных вуза: Астраханский инженерно-строительный институт, Астраханский государственный университет (факультет архитектуры и дизайна), Астраханский государственный технический университет (институт градостроительства). Финансовое обеспечение осуществляют банки, обеспечивая население доступными ипотечными кредитами с гарантированными сроками ввода жилья в эксплуатацию. Консалтинговые услуги оказывают юридические структуры.

Процессы управления в строительном кластере включают в себя 3 уровня управления и осуществляются холоном административно-управленческих структур, холоном бизнес-ядра кластера [1]. Так как система является гетерархической, наряду с вертикальным управлением имеет место принятие решений при взаимодействии холонов бизнес-ядра кластера и дополняющих предприятий (финансовые организации и юридические структуры) с населением (потребителями продукции жилищного строительства).

За границами моделируемой системы (внешняя среда кластера) остается совокупность факторов и объектов, которые не являются структурными составляющими кластера, но которые могут оказывать влияние на формирование, функционирование и развитие отдельных участников и кластера в целом. Внешние сущности оказывают на систему возмущающее воздействие. Таким образом, определена широта модели, показывающая, что система является сложной с гетерархическими связями.

¹ Постановление Правительства РФ «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 5 марта 2007 г. № 145» (07.12.2015 № 1330).



Рис. 1. Структура регионального строительного кластера Астраханской области

Глубина системы, определяющая уровень ее детализации, установлена в процессе моделирования, исходя из условий оптимального соотношения подробности описания системы и трудоемкости ее разработки.

Цель моделирования регионального строительного кластера – описание его бизнес-процессов для повышения эффективности управления.

Все процессы этой системы представлены на диаграмме дерева узлов (рис. 2).



Рис. 2. Диаграмма дерева узлов бизнес-процессов строительного кластера



Рис. 3. Диаграмма дерева узлов портала строительного кластера в нотации DFD

Компьютерную поддержку всех бизнес-процессов строительного кластера осуществляет информационный портал, для описания которого необходима соответствующая модель. Моделирование портала строительного кластера целесообразно осуществлять в нотации DFD (Data flow diagramming). Для построения диаграмм потоков данных используется нотация Гейна – Сарсона.

Иерархия всех процессов системы отражена на диаграмме дерева узлов (рис. 3). Портал строительного кластера включает в себя четыре подсистемы: информационно-аналитическая и управляющая подсистема, подсистема поддержки принятия решений по строительству

и инвестициям, подсистема развития человеческого капитала, подсистема повышения инновационной восприимчивости.

Информационно-аналитическая и управляющая подсистема служит для компьютерной поддержки формирования решений стратегического уровня (см. рис. 2). С ней взаимодействуют регионально-административные структуры и общественные структуры (эксперты). Для работы с информационно-аналитической и управляющей системой пользователю необходимо заполнить анкету.

Подсистема развития человеческого капитала декомпозируется на множество образовательных процессов, которые со временем могут изменяться. На диаграмме в качестве примера показаны два процесса: обучение управлением «Умным домом» и управление «Умным домом» (см. рис. 3). Обучение пользователей производят дополняющие предприятия (учебные заведения разного уровня).

Подсистема поддержки принятия решений по строительству и инвестициям включает в себя четыре процесса: ввод справочной информации; ввод имитационных моделей; расчет проекта; предоставление информации (см. рис. 3). С подсистемой взаимодействуют региональные административные структуры, общественные структуры (эксперты) и пользователи.

Наличие в диаграммах DFD-элементов для описания источников, приемников и хранилищ данных позволяет более эффективно и наглядно описать процесс документооборота. Однако для описания логики взаимодействия информационных потоков более подходит нотация IDEF3 (work flow diagramming).

Строительный кластер Астраханской области, как было показано, представляет собой гетерархическую систему. При стабильном функционировании регламентированных процессов более проявляются иерархические связи. Иерархию процессов хорошо отражает разработанная модель бизнес-процессов в нотации IDEF0. Однако при воздействии на систему внешних возмущений инерционное иерархическое управление становится малоэффективным. Преимущество получают горизонтальные управляющие связи, которые не могут быть наглядно представлены в модели нотации IDEF0. Для отражения логики процессов, а также вертикальных и горизонтальных связей между ними была использована нотация IDEF3, а для явного описания роли и ответственности исполнителей в конкретных процессах – диаграмма SwimLane, являющаяся разновидностью диаграммы IDEF3 (рис. 4). При ее описании более подробно отобразим логику взаимодействия процессов гетерархической системы строительного кластера.

Роли на диаграмме SwimLane определяются в соответствии с холонической структурой строительного кластера и соответствуют как отдельным элементам системы нижнего уровня иерархии управления, так и их объединениям (группам-холонам) в зависимости от целей ЛПП и масштаба управленческих решений.

В качестве отдельных элементов системы нижнего уровня иерархии управления представлены ВУЗы и ССУЗы, юридические и консалтинговые фирмы, банки и другие финансовые учреждения, предприятия – ядро кластера. В холон 1 объединяются региональные административные структуры, холон 2 объединяет холон 1 и предприятия – ядро кластера, холон 3 объединяет предприятия – ядро кластера и дополняющие предприятия.

Управленческие решения тактического уровня управления поступают на управление III уровня – операционный уровень (микроуровень), представленный на диаграмме процессом 3. Управление этого уровня осуществляется холоном 3, образованным взаимодействием холонов бизнес-ядра кластера и дополняющих предприятий (финансовые организации и юридические структуры) с населением (потребителями продукции жилищного строительства). Управление III уровня направлено непосредственно на основные и вспомогательные процессы. Для принятия решений используются модели с портала строительного кластера, имеющие низкий уровень абстракции (много деталей, управление динамикой потоков, максимальная детализация).

На управленческие решения всех трех уровней влияют общественные организации, представленные соответствующим объектом ссылок на диаграмме.

К вспомогательным процессам относятся процесс 4 – Обучение, процесс 5 – Консалтинг и процесс 6 – Финансовое обеспечение.

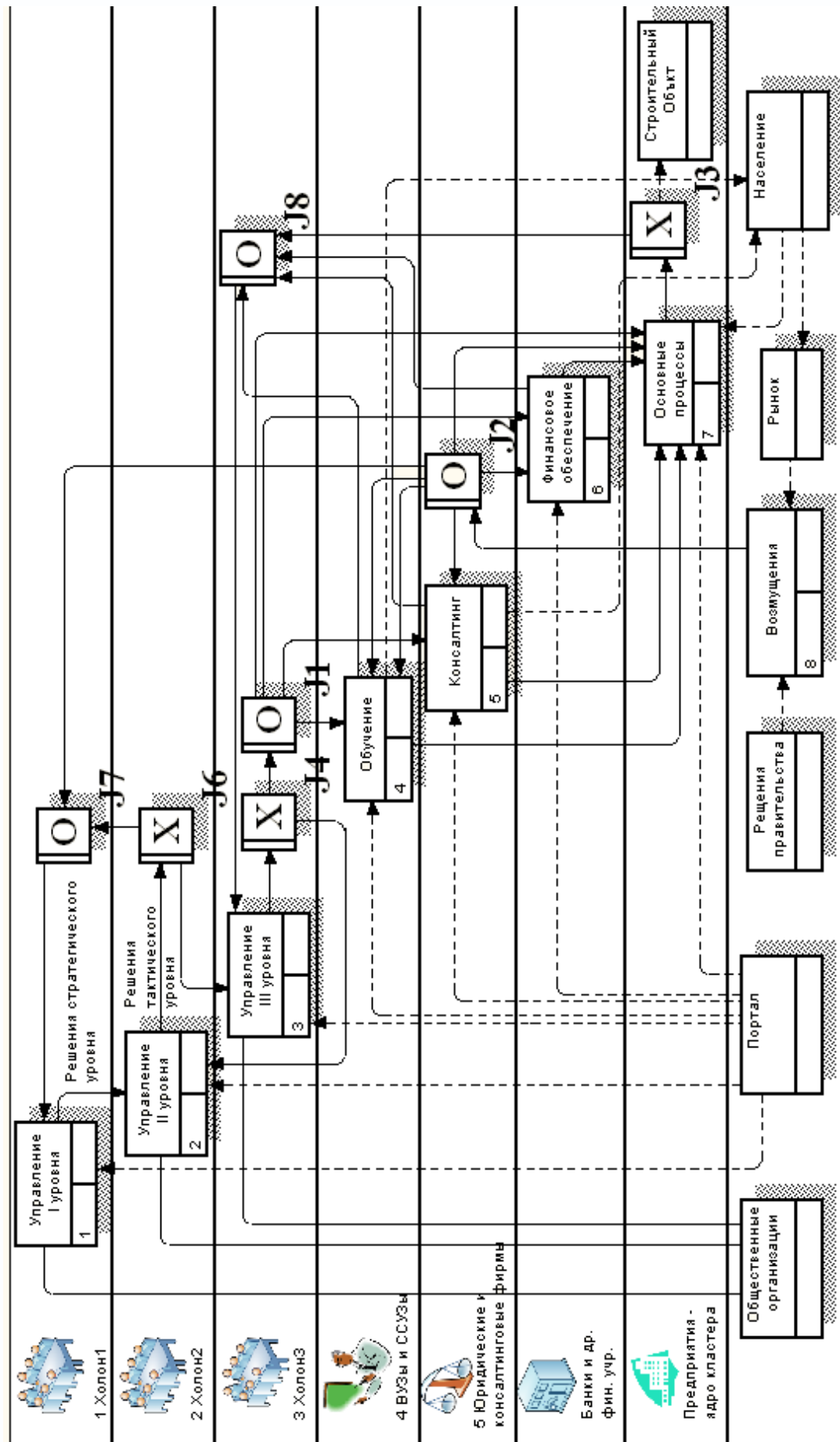


Рис. 4. Диаграмма SwimLane бизнес-процессов строительного кластера

Владельцами процесса Обучение являются учебные заведения. Консалтинг осуществляют юридические и консалтинговые фирмы. Объектами этих двух процессов являются бизнес-структуры и население. Финансовое обеспечение осуществляют банки и другие финансовые учреждения, основные процессы – предприятия – ядро строительного кластера. Информационную поддержку основных и вспомогательных процессов выполняет Портал строительного кластера.

При воздействии на систему внешних возмущений, генерируемых рынком и решениями правительства, представленными на диаграмме соответствующими объектами ссылок, преимущество получают горизонтальные связи. Возмущения через перекресток слияния «Асинхронное или» J2 передаются на основные, вспомогательные и управляющие процессы. Если владельцы этих процессов с помощью внутренних механизмов своего уровня способны стабилизировать систему или улучшить ее состояние (повысить ее эффективность), их воздействие направлено на строительный объект, представленный на диаграмме объектом ссылки.

Если ресурсов и полномочий этого уровня недостаточно для решения проблем, они через перекресток слияния «Асинхронное или» J8 передают управление Холону 3.

Разделение потоков между строительным объектом и перекрестком J8 происходит через перекресток разветвления «Исключающее или» J3. В зависимости от возможностей операционного уровня управления воздействие через перекресток разветвления «Асинхронное или» распределяется на основные и вспомогательные процессы, либо управление передается на тактический уровень Холону 2. Разделение потоков происходит на перекрестке расщепления «Исключающее или» J4. На тактическом уровне управления таким же образом в зависимости от возможностей этого уровня происходит разделение потоков на перекрестке разветвления «Исключающее или» J6: либо управляющее воздействие направляется на III (нижний) уровень управления, либо управление передается на I (верхний) уровень управления. Затем начинается иерархическое управление.

Гетерархическое управление является более гибким по сравнению с иерархическим и более организованным по сравнению с рыночными отношениями.

Рассмотренная выше гетерархическая система регионального строительного кластера [2] включает в себя различные субъекты: инвесторы (девелоперы), застройщики, подрядчики, организации изыскателей и проектировщиков, а также органы государственной власти и местного самоуправления. Все перечисленные структуры (определим их как элементарные (атомарные) структуры) выполняют разные функции, необходимые для возведения объекта строительства с «нуля» и сдачи его в эксплуатацию и образуют самодостаточную и сбалансированную систему. Причем все организации, входящие в кластер, за исключением органов власти и местного самоуправления, занимают свои экономические ниши, формируют и обеспечивают собственные портфели заказов (иногда даже не связанные со строительством). Теперь предположим, что при принятии неких программ (федерального или регионального уровней) возникает необходимость в возведении строительных объектов (например, программа переселения из ветхого и аварийного жилья) [3]. Естественно, под данную программу возникают объединения из перечисленных структур, готовые функционально выполнить сформированную задачу. После выполнения задач, связанных с введенной программой, временные объединения структур «разрушаются», и система переходит в свое начальное состояние. Причем сразу же необходимо отметить возможность отсутствия поступательного характера процесса относительно интервалов вхождения в него элементарных структур.

Выводы

В работе показаны предпосылки формирования интегрированной информационно-коммуникационной среды регионального строительного кластера Астраханской области. Проведенный анализ использования информационных технологий участниками строительного кластера показал наличие большого числа информационных потоков, обрабатываемых гетерогенными информационными системами, в большинстве своем не взаимодействующими между собой, что существенно затрудняет получение и обработку информации как от внешней среды, так и от элементов кластера, необходимой для выработки эффективных управ-

ляющих решений. Обоснована необходимость создания единого информационного пространства регионального строительного кластера

Гетерархическая организация бизнес-процессов строительного кластера и гетерогенность информационной среды делают кластер одним из сложнейших объектов информатизации, чем обусловлена необходимость моделирования бизнес-процессов с целью формирования интегрированной информационно-коммуникационной среды регионального строительного кластера Астраханской области.

Ввиду высокой сложности системы выполнено ее функциональное и информационное моделирование в нотациях IDEF0 (SADT-диаграмма), DFD, IDEF3, разработана диаграмма SwimLane.

SADT-диаграмма хорошо отражает иерархию процессов и иерархические связи, преобладающие при стабильном функционировании регламентированных процессов. Однако при воздействии на систему внешних возмущений инерционное иерархическое управление становится малоэффективным. Преимущество получают горизонтальные управляющие связи, которые не видны в модели нотации IDEF0. Для отражения логики процессов, вертикальных и горизонтальных связей между ними разработана модель в нотации IDEF3. Для явного описания роли и ответственности исполнителей в конкретных процессах, определяемых в соответствии с холонической структурой строительного кластера, разработана диаграмма SwimLane бизнес-процессов строительного кластера, являющаяся разновидностью диаграммы IDEF3. Для моделирования процессов портала строительного кластера использована нотация DFD. Представленные модели являются основой для разработки портала строительного кластера.

Список литературы

1. *Ануфриев Д. П.* Управление строительным комплексом как социально-экономической системой: постановка проблемы // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 8. С. 8–10.
2. *Ануфриев Д. П.* Жилище как элемент социально-экономической системы региона: опыт прикладного исследования // Вестн. МГСУ. 2014. № 2. С. 187–195.
3. *Ануфриев Д. П.* Математическая модель регионального строительного комплекса // Астрахань – дом будущего: Тез. II Междунар. науч.-практ. конф. Астрахань: Изд. Сорокин, 2010. С. 58–73.

Материал поступил в редколлегию 13.07.2016

D. P. Anufriyev, O. M. Shikulskaya

*Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering
18 Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation*

adp_2000@mail.ru, shikul@mail.ru

THE CONCEPT OF THE INTEGRATED INFORMATION AND COMMUNICATION ENVIRONMENT OF THE REGIONAL CONSTRUCTION CLUSTER

In that paper need of creation of a common information space of a regional construction cluster is justified. For the purpose of formation of the integrated information and communication environment of a regional construction cluster of the Astrakhan region the functional and information

simulation of system is executed. For business process modeling the notation of IDEF0 is used. Information simulation is executed in the notation of DFD. The model in the notation IDEF3 and the diagram of SwimLane are developed for reflection of processes logic and vertical and horizontal connections between them. The created models are a basis for development of a portal of a construction cluster.

Keywords: heterarchical system, cluster, holon, business process, model, diagram.

References

1. Anufriyev D. P. Management of a construction complex as social and economic system: setting of a problem. *Industrial and Civil Engineering*, 2012, no. 8, p. 8–10. (In Russ.)
2. Anufriyev D. P. Dwelling as element of social and economic system of the region: experience of applied research. *Bulletin of MGSU*, 2014, no. 2, p. 187–195. (In Russ.)
3. Anufriyev D. P. A mathematical model of a regional construction complex. *Astrakhan is a House of the Future. Proc. of International Scientific and Practical Conference*. Astrakhan: Prod. Sorokin, 2010. p. 58–73. (In Russ.)

For citation:

Anufriyev D. P., Shikulskaya O. M. The Concept of the Integrated Information and Communication Environment of the Regional Construction Cluster. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2017, vol. 15, no. 3, p. 5–14. (In Russ.)