

Благодарности

Работа поддержана Проектом повышения конкурентоспособности 5-100 в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого «Разработка биофункциональных стеклообразных и композитных материалов для сенсоров носимой электроники».

Список литературы

1. Хилл С. (Hill Sidney) Беспроводные технологии в «цифровом» нефтегазовом промысле / Пер. В. Рентюка // ControlEngineering Россия. 2015. №4 (58). С. 58–62.
2. 802.15.4e-2012 – IEEE Standard for Local and metropolitan area networks — Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs) Amendment 1: MAC sub-layer // IEEE Library, 2012. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6185525> (дата обращения 25.05.2020).
3. Eskola M., Heikkilä T., Tukeya P. Deriving test procedures of Low-Rate Wireless Personal Area Networks // 2012 International Symposium on Performance Evaluation of Computer & Telecommunication Systems (SPECTS), 2012. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6267023> (дата обращения 25.05.2020).
4. Shamanna P. Simple Link Budget Estimation and Performance Measurements of Microchip Sub-GHz Radio Modules // Microchip Technology Inc., 2013. URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00001631A.pdf> (дата обращения 25.05.2020).

УДК 656.13.658

doi:10.18720/SPBPU/2/id20-218

*Кирильчук Ираида Олеговна*¹,

канд. техн. наук, доцент,

доцент кафедры охраны труда и окружающей среды;

*Иорданова Анастасия Владимировна*²,

аспирант кафедры охраны труда и окружающей среды

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

^{1,2} Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия,
¹ iraida585@mail.ru, ² asy.gnezdilova@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены особенности разработки элементов информационно-аналитической системы управления охраной окружающей среды (ИАС УООС) на предприятиях нефтегазового комплекса (НГК). Для проведения первичного анализа и описания укрупненных процессов управления природоохранной деятельностью применяется подход, предложенный Дж. Захманом. Применение модели Захмана обеспечивает комплексную формализацию процессов охраны окружающей среды и описание их с помощью различных представлений. Разработанная авторами матрица модели Захмана может быть полезна для выявления

возможных ограничений при внедрении информационных систем управления. В рамках построения архитектуры системы управления ООС на примере деятельности отдела охраны окружающей среды ООО «Курскоблнефтепродукт» в нотации IDEF0 разработаны структурно-функциональные модели управления охраной среды в режимах «КАК ЕСТЬ» и «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ», обеспечивающие наглядное представление и взаимосвязь осуществляемых процессов в области охраны окружающей среды и обеспечения рационального природопользования на текущем этапе и этапе совершенствования системы и позволяющие выделить основное направление совершенствования системы управления охраной окружающей среды, состоящее во внедрении в систему информационно-аналитической составляющей.

Ключевые слова: управление охраной окружающей среды, информационно-аналитические системы, предприятие НГК, системный анализ, структурно-функциональное моделирование, структурно-функциональная организация, модель Захмана.

Iraida O. Kirilchuk¹,

PhD. Techn. Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of labour protection and the environment;

Anastasia V. Iordanova²,

Post-graduate Student
of the Department
of labor protection and environment

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF THE INFORMATION AND ANALYTICAL CONTROL SYSTEM OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AT THE ENTERPRISES OF THE OIL AND GAS COMPLEX

^{1,2} “South-West State University”, Kursk, Russia,
¹ iraida585@mail.ru, ² asy.gnezdilova@yandex.ru

Abstract. The article presents the features of the development of elements of information and analytical management system for environmental protection at oil and gas enterprises. The approach proposed by J. Zahman is used for the primary analysis and description of integrated environmental management processes. The application of the Zachman model provides a comprehensive formalization of environmental protection processes and their description using various representations. The Zachman model matrix developed by the authors can be useful for identifying possible limitations when implementing information management systems. In building the architecture of the environmental management system on the example of the activities of the Department of environmental protection LLC “Kurskobnefteproduct” in IDEF0 notation developed structurally functional model of management of protection of the environment in the mode of “AS IS” and “TO BE”, providing visibility and interrelation of the processes implemented in the field of environmental protection and sustainable nature management at

the current stage and the stage of improving the system and allowing to identify the main direction of improvement of management system environmental protection, consisting in the introduction of an information and analytical component into the system.

Keywords: management of environmental protection, information and analytical systems, oil and gas organization, system analysis, structurally functional modeling, structurally functional organization, Zakhman's model.

Предприятия НГК являются сложными, территориально распределенными объектами, развитие которых происходит быстрыми темпами, а их производственно-хозяйственная деятельность характеризуется различными видами воздействия на окружающую среду: образованием отходов, сбросами сточных вод, выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Так предприятия нефтегазовой отрасли ежегодно нарушают до 15 тыс. га земель, выбрасывают в атмосферу более 2,5 млн т загрязненных веществ, сжигают на факелах около 6 млрд м³ попутных газов, забирают около 750 млн т пресной воды, оставляют неликвидированными сотни амбаров с буровым шламом. Кроме того, ежегодно на промысловых трубопроводах России происходит до 20 тыс. аварий [1]. Проблема загрязнения вызвана недостаточным уровнем экологичности технологических процессов, невысокой эффективностью природоохранных мероприятий, что обусловлено, в первую очередь, отсутствием комплексной системы управления охраной окружающей среды на объектах нефтегазовой промышленности.

Экологическими подразделениями объектов НГК постоянно решаются следующие прикладные задачи:

- 1) сбор данных о выбросах, сбросах загрязняющих веществ, объемах обращения с отходами;
- 2) ведение первичной учетной документации;
- 3) формирование комплекта отчетной документации (расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду, госстатотчетности), а также документации, связанной с деятельностью контрагентов (вывоз отходов, прием сточных вод);
- 4) анализ контролируемых показателей на соответствие природоохранным нормативам;
- 5) подготовка и получение разрешительной природоохранной документации.

Непрерывное развитие НГК предъявляет все новые требования к обеспечению экологической безопасности и информационному сопровождению природоохранной деятельности этих объектов, а организация автоматизированного управления ООС позволит решить целый ряд возникающих в этой сфере проблем.

Необходимо отметить, что при функционировании объектов НГК информационно-аналитические системы управления различными процессами проектируются под существующую организацию предприятия, в связи с чем возникают определенные проблемы. Данилин А. и Слюсаренко А. (2005) выделяют следующие из них: неполное понимание целей бизнеса ИТ-специалистами, невысокая эффективность автоматизации в связи с тем, что информационные системы не успевают перестраиваться за динамичным развитием бизнеса [2]. Для решения указанных проблем необходимо увязывать внедряемые информационные системы с архитектурой предприятия.

М.В. Баюхин и К.К. Нечеухин (2012) предлагают комплексный методологический подход к построению информационных систем управления ООС, который включает следующий алгоритм действий [3]:

- 1) проведение первичного анализа и описание укрупненных процессов управления природоохранной деятельностью с использованием модели Захмана;
- 2) разработку структурно-функциональной организации системы управления ООС;
- 3) моделирование потоков экологических данных;
- 4) моделирование логической архитектуры хранилища данных;
- 5) проектирование и разработку комплекса технических и программных средств.

В рамках данной статьи остановимся на подробном рассмотрении первых двух этапов.

При разработке ИАС УООС на крупных предприятиях метод Захмана может быть использован для проведения первичного анализа и описания обобщенных процессов управления природоохранной деятельностью. В этом случае применение модели Захмана обеспечивает комплексную формализацию процессов ООС и описание их с помощью различных представлений.

Рассмотрим построение модели Захмана при разработке ИАС УООС для предприятия НГК.

Более подробно остановимся на заполнении первой строки таблицы Захмана (табл. 1), соответствующей стратегическому уровню управления предприятием, где отображается видение руководителя службы предприятия НГК, отвечающей за охрану окружающей среды и рациональное природопользование. В столбце «Данные» приводят ключевые для рассматриваемого процесса охраны окружающей среды на предприятии НГК понятия, например, «политика компании в области охраны окружающей среды». В столбце «Функции» приведен укрупненный список

основных процессов в рассматриваемой сфере, таких как, идентификация экологических аспектов деятельности, планирование и реализация мер по снижению экологических рисков, производственный экологический контроль, мониторинг состояния окружающей среды, разработка природоохранной документации и др. Столбец «Дислокация» содержит сведения о территориальном расположении отделов предприятия НГК, в функциональные обязанности которых входит решение задач в сфере охраны окружающей среды. В столбец «Люди» заносят список подразделений и важных для достижения целей охраны окружающей среды сотрудников. В столбце «Время» указывают периодичность производственного экологического контроля, даты сдачи экологической отчетности. Столбец «Мотивация» содержит описание миссии предприятия, в данном случае – принятие оперативных экологоориентированных решений, предупреждение негативного воздействия на окружающую среду.

На втором уровне модели представлена позиция высшего руководства предприятия относительно разрабатываемой системы, в третьей – отражены аспекты ИАС с точки зрения архитектора системы, в четвертой строке описано видение проектировщика рассматриваемой ИАС УООС, в пятой строке модели отражен уровень реализации системы с точки зрения ИТ-специалистов, привлекаемых для разработки, в шестую строку включены данные, обрабатываемые работающей системой, сетевое взаимодействие устройств, пользователей информационно-аналитической системы [4].

Общий вид модели Захмана, иллюстрирующий архитектуру предприятия при разработке ИАС УООС, спроектированный для природоохранной организации представлен в [5]. Логическое разбиение архитектуры предприятий НГК при осуществлении ими природоохранной деятельности свидетельствует о возможности использования данной матрицы и при разработке информационно-аналитической системы управления охраной окружающей среды на рассматриваемых предприятиях. Модель архитектуры предприятия по Захману при разработке ИАС УООС представлена на рисунке 1 [5].

Таким образом, построение модели Захмана представляет возможности для выявления потенциальных ограничений при внедрении на предприятии НГК информационно-аналитических систем управления охраной окружающей среды.

Следующим этапом разработки рассматриваемой информационно-аналитической системы является построение структурно-функциональной модели, предназначенной для обеспечения наглядности управления за счет рассмотрения всей цепи взаимосвязанных процессов.

		Данные ЧТО	Функции КАК	Дислокация, сеть ГДЕ	Люди КТО	Время КОГДА	Мотивация ПОЧЕМУ
Бизнес-руководители	Руководитель службы ООС	Процессы деятельности по обеспечению ООС	Снижение экологических рисков, ПЭК, мониторинг состояния ОС, разработка природоохранной документации и отчетности	Территориальное расположение отделов службы ООС	Организационная структура службы ООС	Периодичность ПЭК и мониторинга, даты сдачи экологической отчетности	Предупреждение негативного воздействия на ОС
	Владелец, инвестор	Направления деятельности предприятия	Модель бизнес-процессов (IDEF0)	Логистика	Организационная структура предприятия (Organization Chart)	Календарный план реализации и бизнес-задач	Бизнес-план
ИТ-специалисты	Архитектор структуры ИАС УООС	Логическая модель данных	Прикладная архитектура	Модель распределенной архитектуры	Архитектура интерфейсов пользовательской, структура диалогов	Структура процессов	Модель бизнес-правил
	Проектировщик ИАС УООС	Физическая модель данных в среде СУБД	Системный проект	Технологическая архитектура	Формы ввода и вывода информации	Временной регламент процесса	Описание бизнес-правил
	Разработчик ИАС УООС	Описание модели на языке управления данными	Программный код	Протоколы и каналы связи	Права доступа пользователей ИАС УООС	Время выполнения операций	Реализация бизнес-логики
	Сотрудник службы ООС, пользователь ИАС УООС	Должностные инструкции, список сервисов ИАС	Модель бизнес-процессов, в которых участвует сотрудник; инструкции пользователей	Рабочее место, правила использования персонального компьютера	Полномочия	Индивидуальный план, время предоставления сервисов ИАС	Личная стратегия развития, должностные инструкции

Рис. 1. Модель архитектуры предприятия по Захману при разработке ИАС УООС

Для построения данного типа моделей используются CASE-средства структурного анализа бизнес-процессов, среди которых наиболее распространенным является методология IDEF0 [6].

На территории Курска располагается один из объектов нефтегазового комплекса – ООО «Курскоблнефтепродукт», производственные задачи которого заключаются в изготовлении фирменного топлива, приемке, хранении и транспортировке нефтепродуктов (бензина, дизельного топлива) на автозаправочные станции.

Для отображения деятельности отдела ООС ООО «Курскоблнефтепродукт», в состав которого входят три действующие нефтебазы и сеть

АЗК, было выполнено построение диаграмм IDEF0 «AS-IS» («КАК ЕСТЬ»). При этом в общем виде деятельность отдела ООС представлена на рисунке 2.

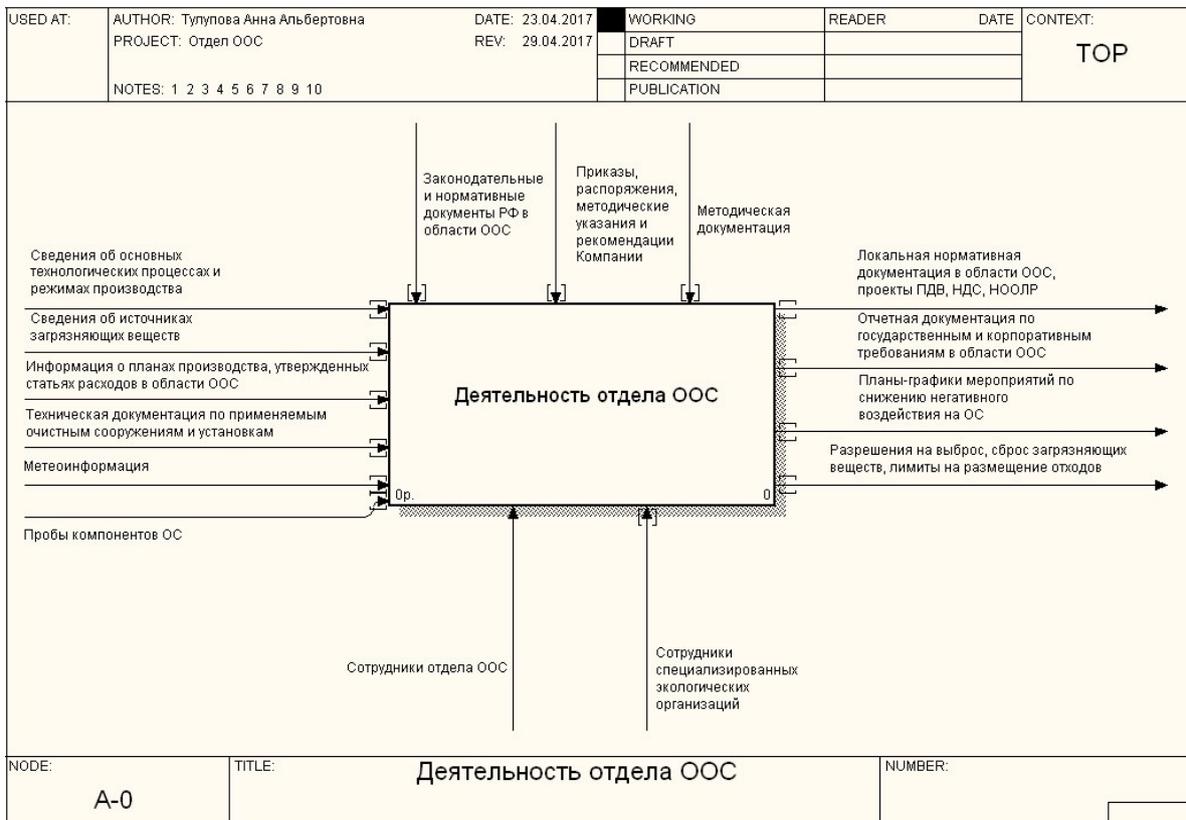


Рис. 2. Деятельность отдела ООС в общем виде

Далее производим декомпозицию представленной диаграммы с учетом функций, выполняемых отделом ООС (рис. 3).

Дальнейшая декомпозиция одного из основных бизнес-процессов «Контроль за соблюдением установленных нормативов в области ООС» представляет собой комбинацию трех бизнес-процессов (ПЭК состояния природной среды, производственного контроля (ПК) в области обращения с отходами, ПК за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических мероприятий) следующего уровня (рис. 4).

Одним из инструментов, обеспечивающих экологическую безопасность промышленных объектов, а также важной, неотъемлемой частью системы управления ООС является производственный экологический мониторинг и контроль. В связи с этим, рассмотрим процесс «ПЭК состояния природной среды (атмосферного воздуха, почв, подземных вод)» более подробно. В режиме «AS-IS» ПЭК выглядит следующим образом (рис. 5).

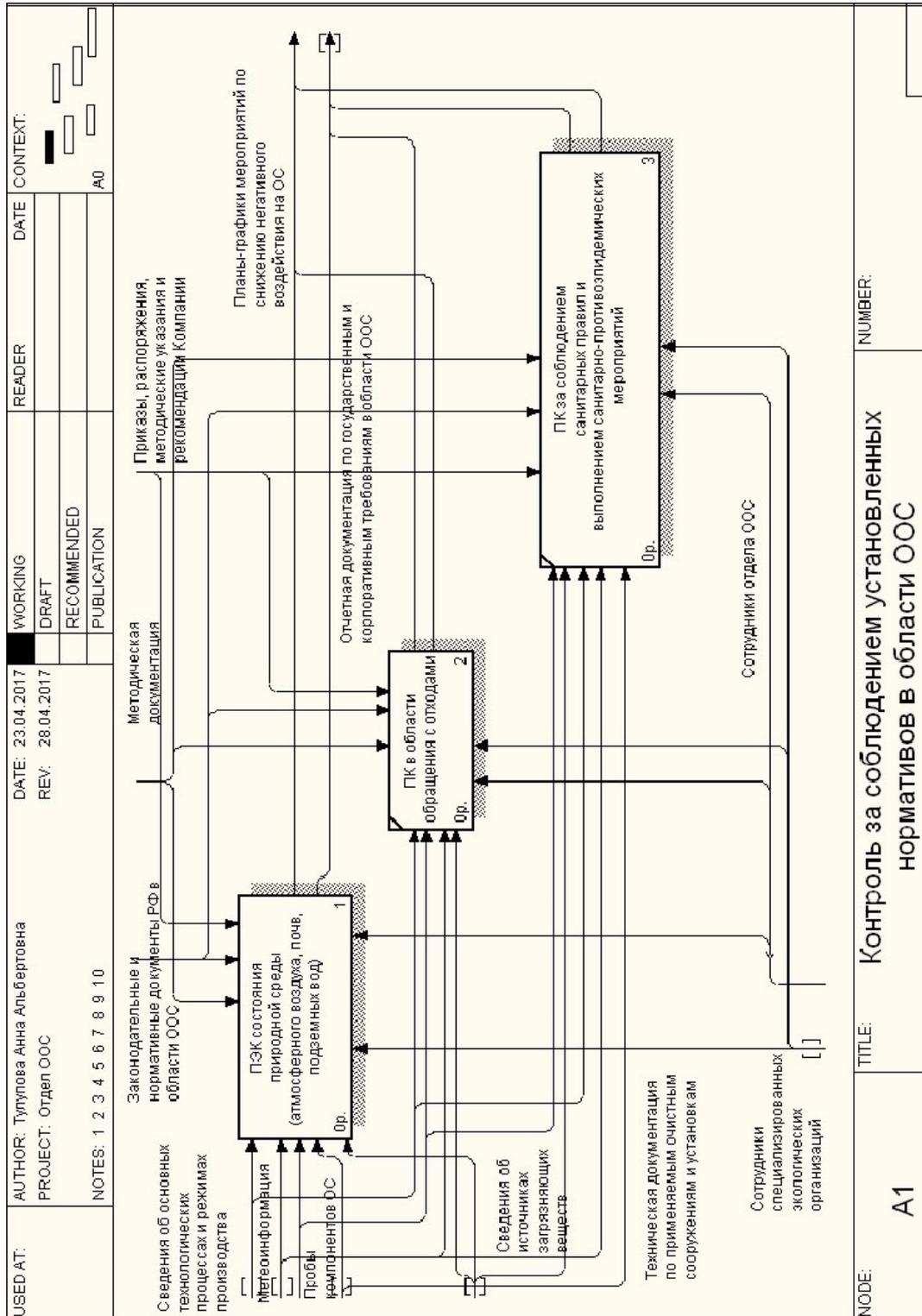


Рис. 4. Декомпозиция процесса «Контроль за соблюдением установленных нормативов в области ООС»

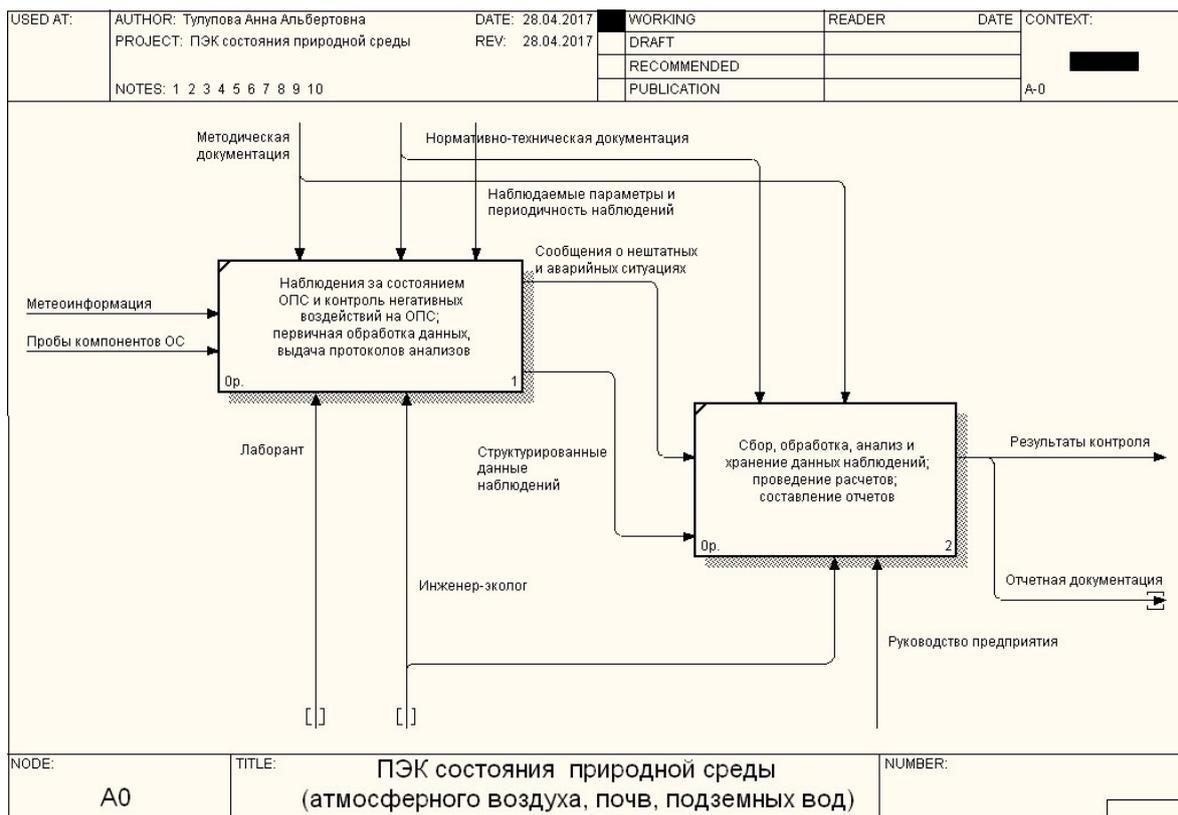


Рис. 5. Декомпозиция процесса «ПЭК состояния природной среды»

Таким образом, на данном этапе ПЭК представляет собой нерегулярный процесс (осуществляемый с периодичностью, необходимой для подготовки отчетной документации), ограниченный как территориальной разрозненностью и многочисленностью объектов контроля, так и отсутствием возможности самостоятельного осуществления данного вида деятельности без привлечения специализированных организаций. Сложившаяся на предприятии ситуация создает предпосылки для совершенствования процесса осуществления ПЭК путем разработки автоматизированной системы ПЭМ, представляющей собой информационно-измерительную систему регулярных наблюдений, оценки и прогноза состояния окружающей среды в зоне воздействия на нее эксплуатируемых объектов.

По функциональному признаку можно провести декомпозицию системы ПЭМ на 2 подсистемы: информационно-измерительную сеть (ИИС) и информационно-управляющую подсистему (ИУП), в результате чего получается диаграмма IDEF0 в режиме “TO-BE” (рис. 6).

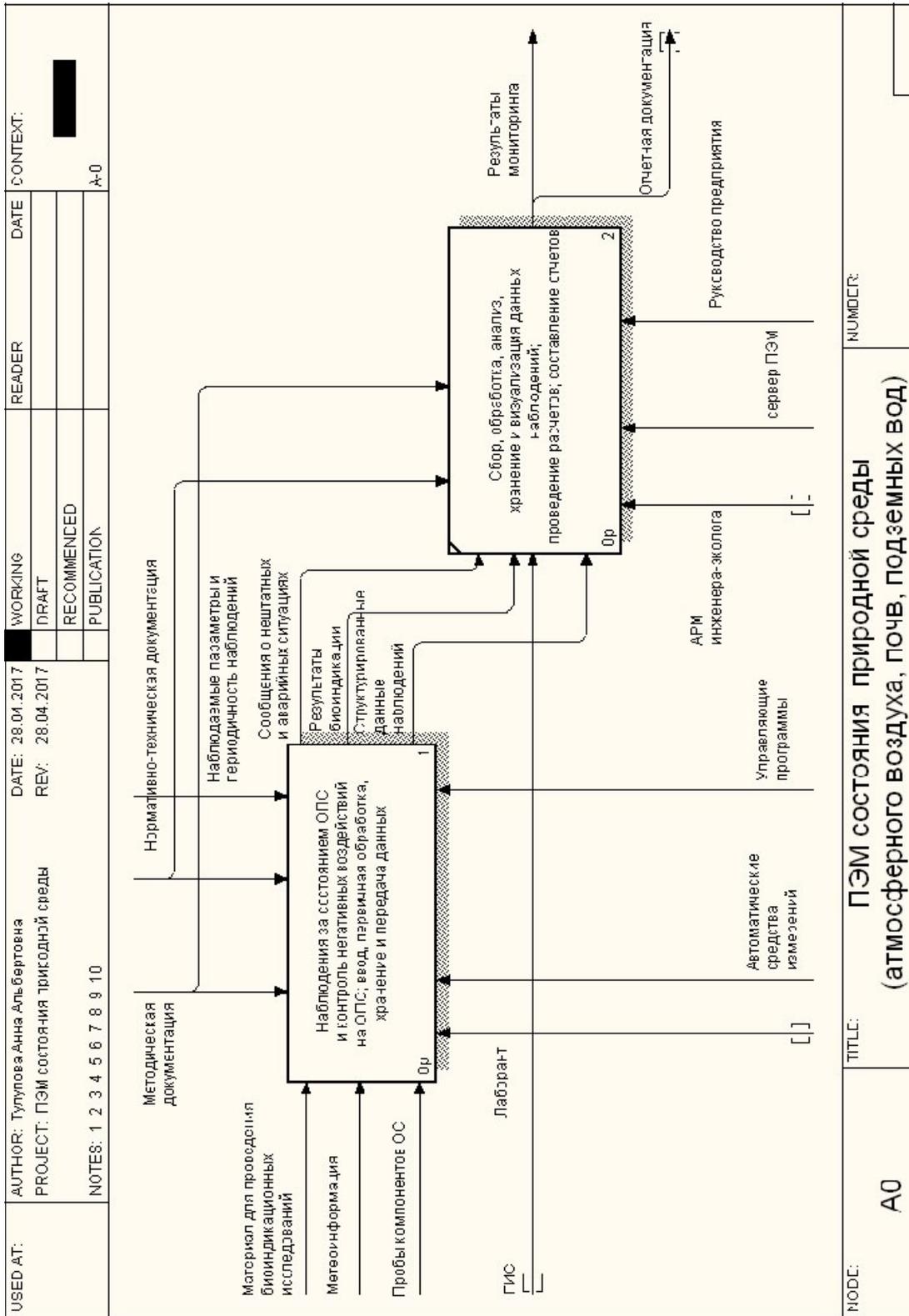


Рис. 6. Декомпозиция функциональной модели системы ПЭМ

Далее, для более детального рассмотрения процессов, происходящих в ИИС, можно провести декомпозицию первого блока и получить диаграмму функциональной модели ИИС в нотации IDEF0 (рис. 7).

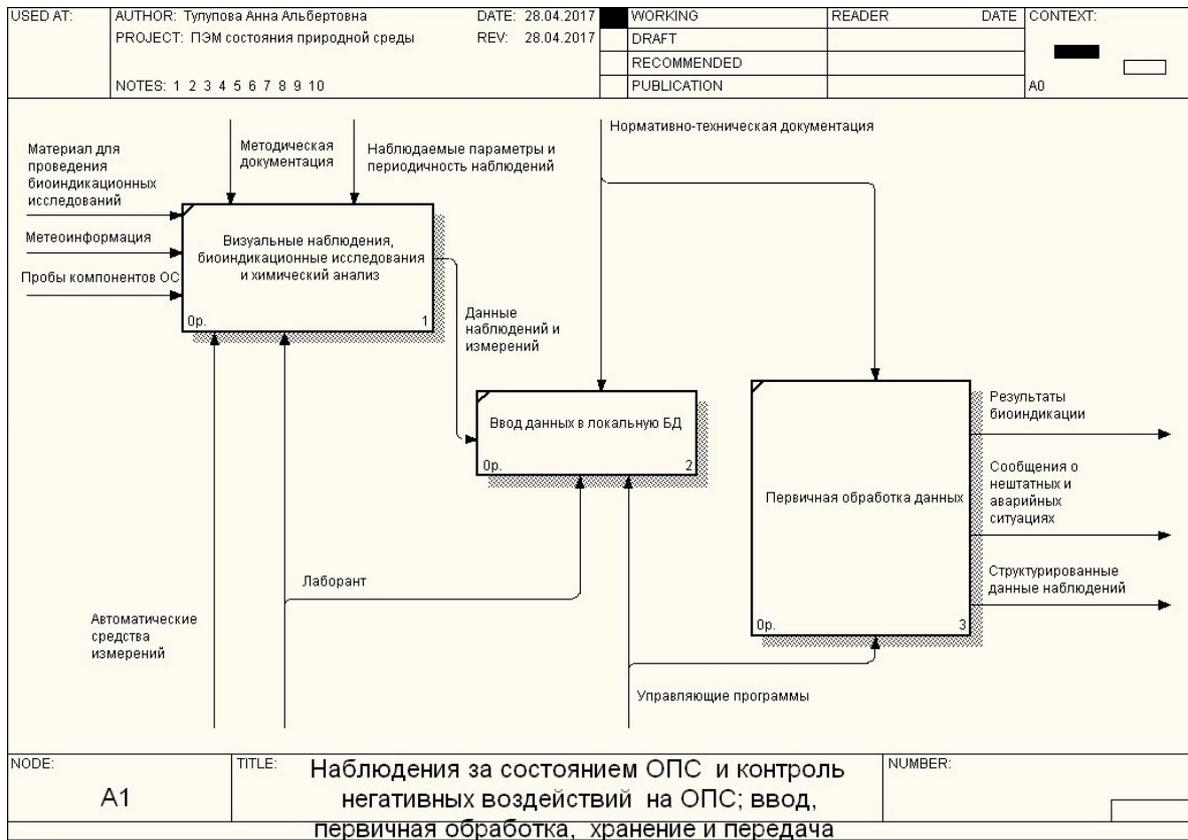


Рис. 7. Диаграмма функциональной модели ИИС

В ИИС проводятся наблюдения, осуществляются ввод информации в локальную базу данных (БД) и ее хранение в БД. Также здесь проводится первичная обработка данных управляющими программами на предмет превышения ПДК загрязняющих веществ в атмосфере, почвах, поверхностных водах и наличия экстремально высоких концентраций.

Данная функция позволяет оперативно реагировать на изменяющуюся ситуацию и принимать обоснованные решения по предотвращению аварийных ситуаций. В случае превышения ПДК и наличия экстремально высоких концентраций, выводятся сообщения о нештатных и аварийных ситуациях, информация поступает из ИИС в ИУП. Также из измерительной сети в информационно-управляющую подсистему поступают структурированные данные наблюдений для последующего анализа. На основании проведенных анализов данных и расчетов составляется отчетная документация.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить проблемные области при осуществлении природоохранной деятельности на предприятиях НГК, одной из которых является высокая трудоемкость процессов сбора и обработки данных в зависимости от территориальной распределенности и организационной структуры компании, вследствие чего установлено, что для повышения эффективности управления охраной среды необходимо внедрение современных информационных технологий.

Благодарности

Работа выполнена в рамках Гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых МК–941.2019.5.

Список литературы

1. Кирильчук И.О., Тулупова А.А. Выявление и оценка значимости экологических аспектов производственной деятельности объектов нефтегазового комплекса // Сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы экологии и охраны труда». Курск, 2017. С. 131–137.

2. Данилин А., Слюсаренко А. Архитектура и стратегия. «Инь» и «Янь» информационных технологий предприятия. М.: Интернет-Университет Информационных технологий, 2005. 504 с.

3. Баюкин М.В. Методологические подходы к разработке автоматизированных информационно-аналитических систем управления охраной окружающей среды для объектов переработки, хранения и сбыта нефтехимической продукции // АГЗК+АТ. 2012. № 8 (68). С. 8–15.

4. Кирильчук И.О. Информационно-аналитическое сопровождение природоохранной деятельности: монография. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2017. 242 с.

5. Кирильчук И.О., Юшин В.В. Построение структурно-функциональной модели природоохранной организации // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2017. Т. 7. № 3 (24). С. 82–92.

6. Кирильчук И.О., Попов В.М., Юшин В.В. Основные подходы к разработке и построению автоматизированных информационно-аналитических систем управления отходами // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2016. №1 (18). С. 85–90.