

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА С УЧЕТОМ НОВЫХ АСПЕКТОВ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Г.А. Ярыгин, В.И. Равикович, М.В. Баюкин, К.К. Нечухин, А.М. Погорельый, В.Е. Мельник

Обращение с отходами производства и потребления является одним из важнейших направлений природоохранной деятельности компаний нефтегазовой отрасли.

Актуальность вопросов оптимизации корпоративных систем обращения с отходами обусловлена рядом экологических, экономических и технологических факторов:

– плата за размещение отходов производства и потребления составляет порядка 20 % от общей структуры платежей нефтегазового комплекса за негативное воздействие на окружающую среду [1];

– обращение с отходами производства и потребления предполагает строительство и эксплуатацию специализированных полигонов, закупку дорогостоящих установок обезвреживания отходов, заключение договоров на транспортирование, захоронение и утилизацию отходов;

– массы образуемых в нефтегазовом комплексе отходов в значительной степени превосходят валовые объемы выбросов и сбросов загрязняющих веществ (ЗВ), что обусловлено как особенностью самих производственных процессов, так и использованием значительного количества пылегазоочистных и водоочистных установок на «конце трубы», переводящих часть жидких и газообразных ЗВ в твердую фазу – отходы;

– 67 % образуемых отходов подлежат размещению на объектах хранения и захоронения отходов [1].

Значительная часть природоохранных затрат на обращение с отходами производства и потребления приходится на добывающий сектор предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК). В то же

время по данным статистических наблюдений отмечается тенденция постоянного роста объемов образования отходов на предприятиях нефтегазового комплекса (рис. 1) [2].

Высокие затраты и тенденции постоянного роста образуемых отходов производства и потребления, усложнение их компонентного состава обуславливают, в свою очередь, особое внимание к проблематике отходов не только руководства нефтегазовых компаний, но и специально уполномоченных надзорно-контролирующих органов государственной власти в сфере охраны окружающей среды.

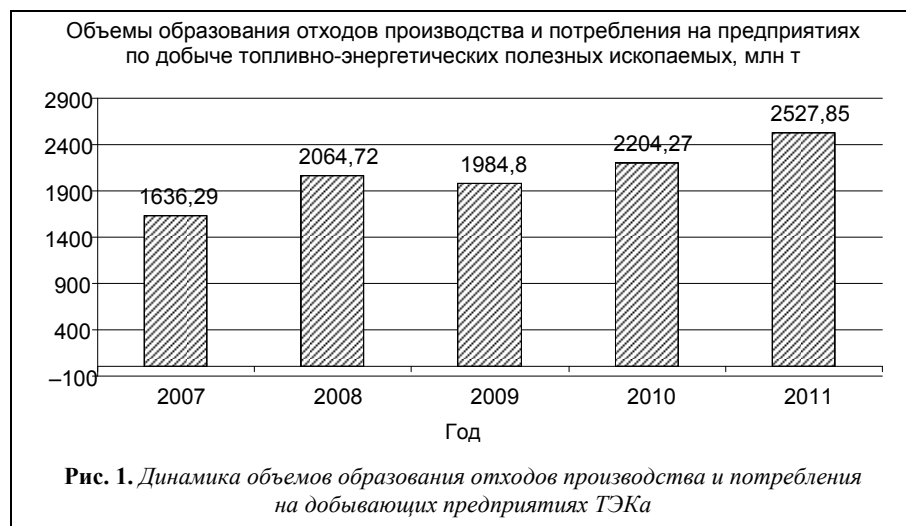
Правовая область деятельности по обращению с отходами производства и потребления является одной из самых строго регламентированных в отечественном природоохранном законодательстве. В отличие от других направлений охраны окружающей среды, деятельность по обезвреживанию и размещению отходов производства и потребления I–IV класса опасности подлежит лицензированию в соответствии с Федеральным законом № 99 от 4 мая 2011 г. Одним из ключевых требований природоохранного законодательства является организация природопользователями первичного учета в области обращения с отходами производства и потребления, обеспечивающего возможность непрерывного контроля объемов образования, движения, обезвреживания, размещения и использования отходов производства и потребления во всех структурных подразделениях предприятий.

В то же время Росприроднадзором РФ отмечается, что значительная часть типовых выявляемых нарушений связана с ошибками в ведении и несвоевременностью подготовки учетной документации, форм расче-

та платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС), госстатотчетности [3].

Приведенные данные свидетельствуют о наличии системных и методических проблем в управлении обращением с отходами производства и потребления на уровне предприятий-природопользователей.

Одним из перспективных направлений, обеспечивающих решение вышеуказанных проблем, является использование современных информационно-аналитических систем [4, 9].



Развитие информационных технологий, обеспечивающих повышение открытости, доступности и достоверности экологической информации, улучшение обмена данными о состоянии окружающей среды определены в качестве одного из приоритетных механизмов решения природоохранных задач в соответствии с основами государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 г. (утв. Президентом РФ 30 апреля 2012 г.).

Создание единой вертикально-интегрированной информационной среды, позволяющей оперативно обрабатывать большие массивы экологических данных, автоматизированно формировать учетно-отчетную документацию и эффективно взаимодействовать с органами государственной власти, становится значимым аспектом в управлении природоохранной деятельностью компаний нефтегазового комплекса.

Актуальность задач информатизации процессов управления обращением с отходами производства и потребления также обусловлена:

- необходимостью систематизации широкого спектра экологической информации в области обращения с отходами производства и потребления;
- необходимостью ведения непрерывного (ежедневного) систематического учета в области обращения с отходами производства и потребления в соответствии с Приказом МПР РФ от 1 сентября 2011 г. № 721;
- высокими трудозатратами на подготовку отчетной документации в области обращения с отходами производства и потребления;
- территориальной распределенностью объектов нефтегазового комплекса и, следовательно, источников информации об образовании, обезвреживании и размещении отходов;
- необходимостью прогнозирования объемов образования отходов с целью принятия оперативных эколого-ориентированных решений, своевременного переоформления (корректировки) разрешительной документации и снижения рисков возникновения экономических затрат, обусловленных сверхлимитным образованием и размещением отходов;
- требованиями органов государственной власти о предоставлении природоохранной отчетности в специальных электронных форматах и с использованием информационных систем [5].

Дополнительным фактором, определяющим высокую трудоемкость и целесообразность информатизации процессов управления в области обращения с отходами производства и потребления, является необходимость постоянного поддержания согласованности данных в учетно-отчетной природоохранной документации различных территориально распределенных производственных подразделений.

Информатизация управления в области обращения с отходами производства и потребления основана на системной интеграции компьютерных средств, информационных и коммуникационных технологий с целью получения новых общесистемных свойств, позволяющих более эффективно организовать природоохранную деятельность предприятия.

Системный подход к разработке информационно-аналитических систем управления в области обращения с отходами производства и потребления (ИАС УОО) предполагает выполнение следующих основных этапов программного проектирования:

- формализация предметной области, функциональное моделирование системы обращения с отходами и ведения учетно-отчетной документации на основе методологии IDEF0, рекомендованной Госстандартом [6] и применяющейся при формализации деятельности широкого спектра сложных систем в различных разрезах (стратах) и уровнях декомпозиции;
- разработка логической архитектуры хранилища данных (построение ER- и реляционной модели базы данных) на основе методологии IDEF1X;
- разработка и алгоритмизация процедур взаимодействия пользователей и обмена экологической информацией, моделирование потоков экологических данных на основе методологии DFD (Data Flow Diagrams) с использованием нотации Гейна-Сарсона или Йодана-Де Марко;
- разработка программных механизмов аналитической обработки информации и поддержки принятия эколого-ориентированных управленческих решений.

Решение первой из перечисленных задач осуществляется на основе формализованного анализа результатов обследования объекта автоматизации и требований законодательства в области обращения с отходами производства и потребления.

Схематично регламентированные законодательством процессы обращения с отходами производства и потребления представлены на рис. 2.

Представленная схема описывает комплекс доступных операций по обращению с отходами производства и потребления в рамках одного структурного подразделения. Принимая ее в качестве базового элемента, на этапе обследования объекта автоматизации моделируется обобщенная схема обращения с отходами в рамках промышленного предприятия.

Например, для компаний группы «Газпром» характерна централизованная система сбора (и операционного движения) отходов производства и потребления; сбор и обработка информации в области обращения с отходами осуществляются в соответствии с многоуровневой иерархической системой управления предприятия. В то же время, учитывая производственную и географическую специфику, различные дочерние общества самостоятельно определяют распределение функций в области обращения с отходами и их реализацию между подразделениями [7]. На рис. 3 показана одна из возможных схем обращения с отходами производства и потребления.

Разработка приведенной выше схемы на этапе обследования объектов автоматизации позволяет выявить специфические информационные потоки, разделить задачи автоматизации для различных структурных подразделений и адаптировать (преднастроить) функциональные возможности разрабатываемого программного обеспечения с учетом организационной структуры и конкретных задач заказчика.

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ

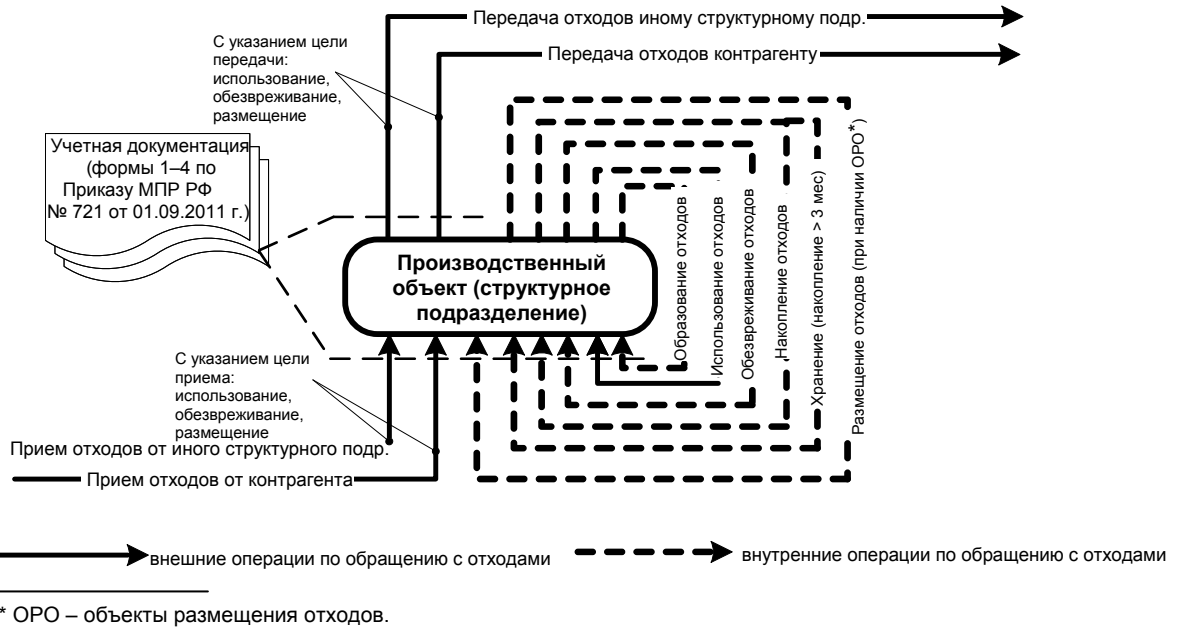


Рис. 2. Регламентированные природоохранным законодательством операции по обращению с отходами производства и потребления

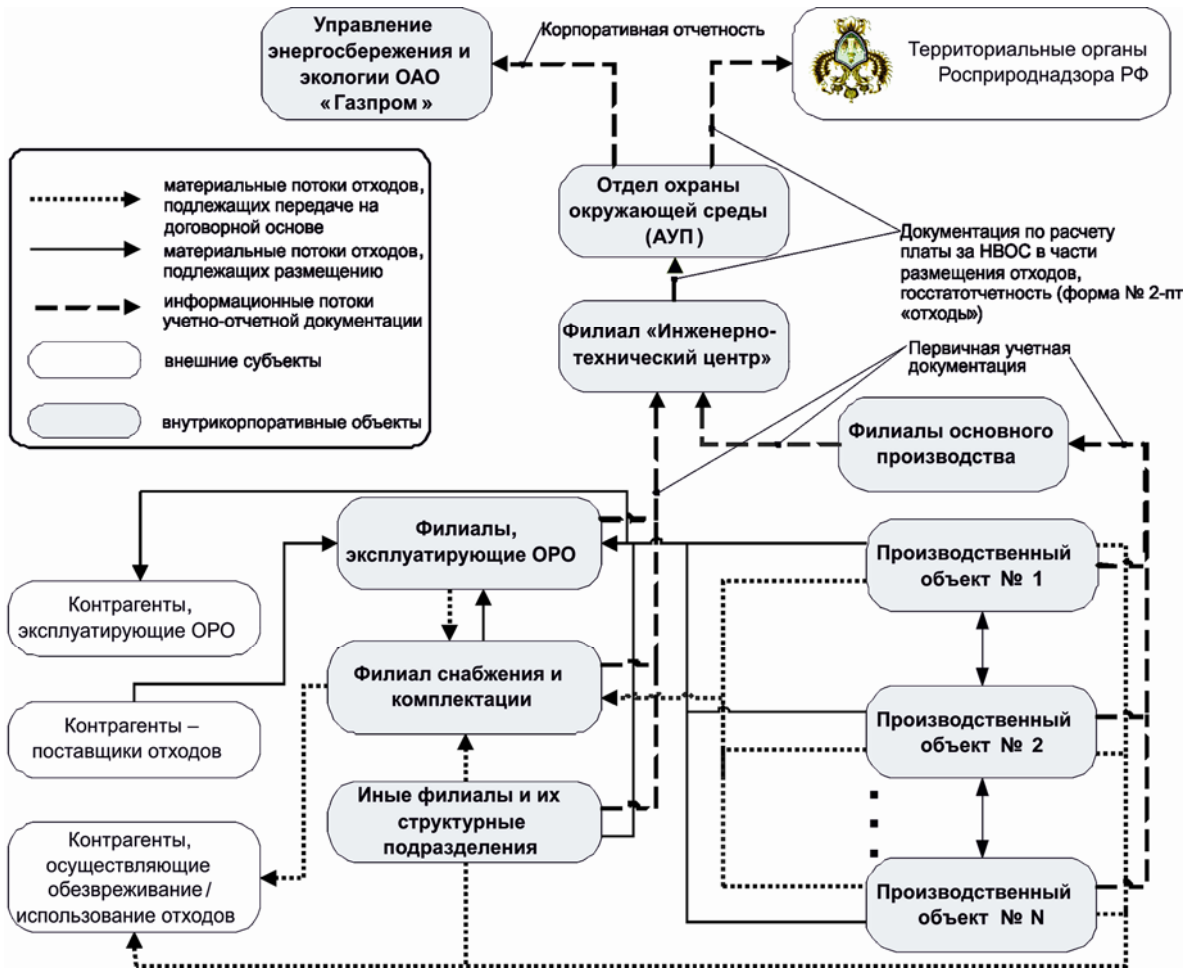


Рис. 3. Обобщенная схема обращения с отходами производства и потребления

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ

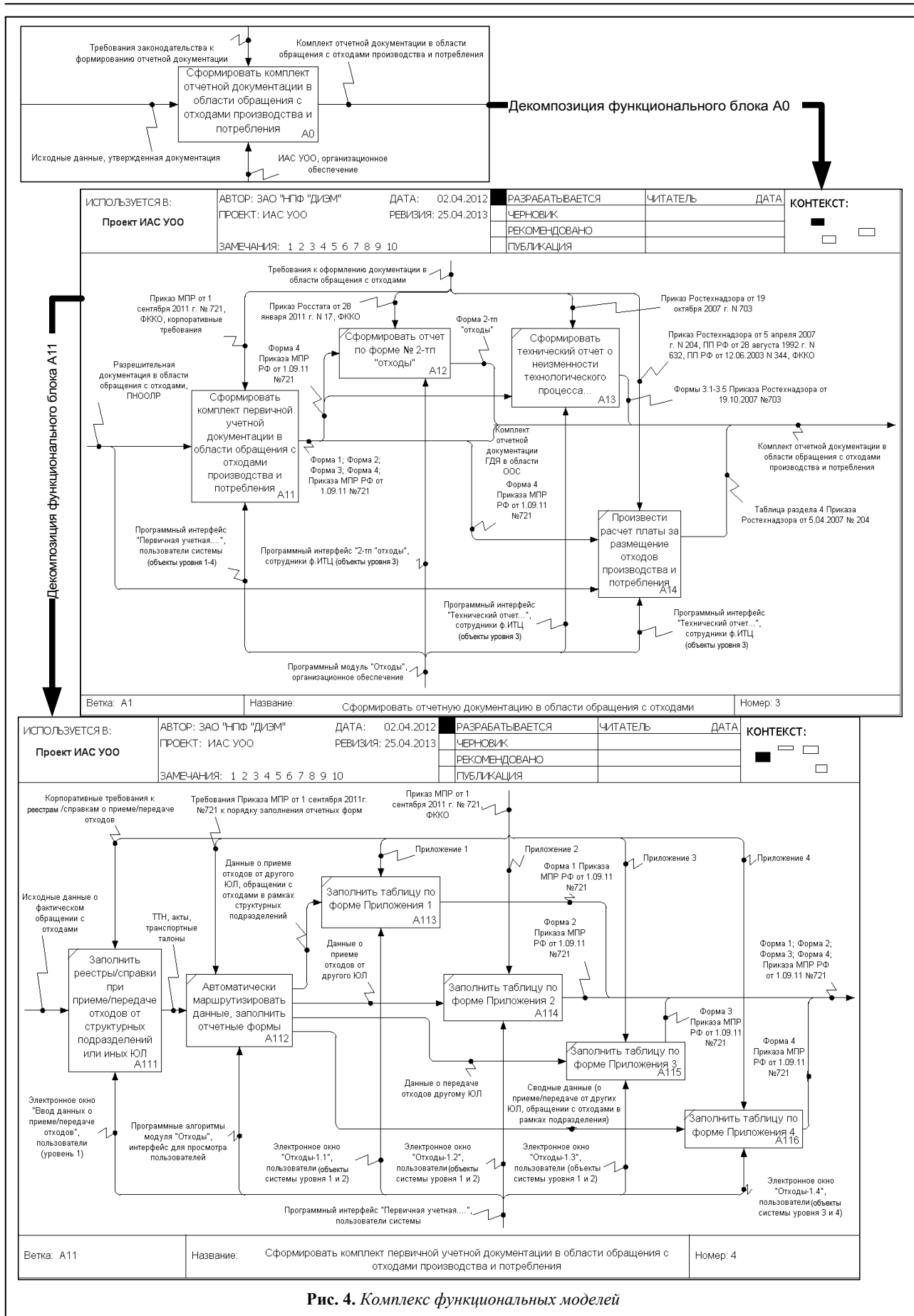
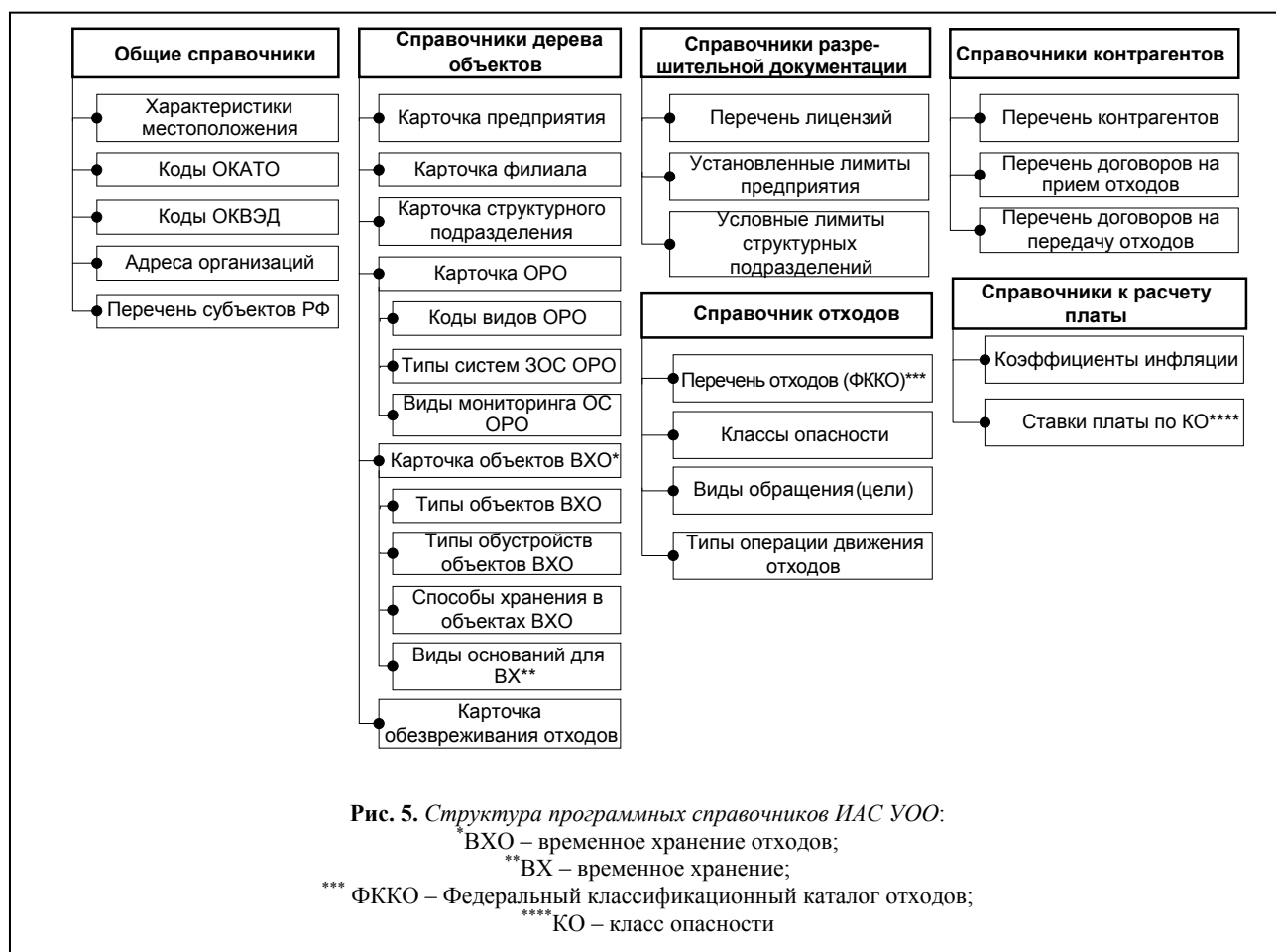


Рис. 4. Комплекс функциональных моделей



Непосредственная формализация процессов формирования учетно-отчетной документации осуществляется посредством функционального моделирования в нотации IDEF0. Основной целью разработки функциональной модели является описание процессов формирования учетно-отчетной документации в области обращения с отходами производства и потребления с точностью, достаточной для однозначного моделирования деятельности системы.

На рис. 4 представлены функциональные модели процессов формирования учетно-отчетной документации в области обращения с отходами на различных уровнях декомпозиции.

Порядок формирования отчетности, в том числе использование исходных данных и межформенная обработка информации регламентированы законодательством в области обращения с отходами производства и потребления. Таким образом, представленная модель отличается универсальностью и может быть использована для формализованного описания процессов подготовки природоохранной учетно-отчетной документации для широкого спектра промышленных предприятий.

Для автоматизированной обработки данных и подготовки отчетных форм необходимо использование значительного массива справочной информации, который организуется в ИАС УОО в виде каталога про-

граммных (электронных) справочников. Разработанная логическая структура базы данных (в нотации IDEF1X) ИАС УОО включает более 60 информационных классов (сущностей). Ввиду значительных размеров полная топология базы данных не может быть представлена в рамках настоящей публикации. На рис. 5 схематично изображена концептуальная структура программных справочников ИАС УОО.

Перечень реализованных в ИАС УОО справочников определен при приведении массива экологической информации к третьей нормальной форме (3NF) и интегрирован в рамках объектно-ориентированной базы экологических данных [8].

Использование программных справочников позволяет значительно увеличить количество автоматизируемых функций при заполнении титулов отчетных форм, различных бланков, «шапок» отчетных документов и использовании иной часто повторяющейся и редко обновляемой организационной информации.

Как отмечалось выше, одним из основных этапов программного проектирования являются разработка и алгоритмизация процедур взаимодействия пользователей и обмена экологической информацией. Сетевой принцип реализации ИАС УОО (на основе web-технологий) позволяет создать единое информационное пространство для работы сотрудников предприятия, вовлеченных в процесс охраны окружающей

среды. Основной часто повторяющейся задачей взаимодействия между пользователями является обмен информацией и подтверждение сведений об объемах отходов, переданных/принятых отходами соответствующими структурными подразделениями. Процедура приема/передачи отходов между структурными подразделениями документируется в формах первичной учетной документации в соответствии с Приказом МПР РФ от 1 сентября 2011 г. № 721.

Опыт обследования объектов автоматизации позволяет выделить ряд взаимодополняющих причин, обуславливающих отсутствие согласованности данных в учетно-отчетной природоохранной документации различных территориально распределенных производственных подразделений.

Основными причинами являются:

– отсутствие специализированных средств измерений (например мостовые весы) масс передаваемых/принимаемых отходов. Измерения производятся «визуальным образом», как следствие – возникают разногласия по объемам переданных/полученных отходов, что требует дополнительной процедуры корректировки и согласования данных;

– существующие системы бумажного и электронного документооборота не обеспечивают согласованность данных учетно-отчетной природоохранной документации во времени (отсутствуют темпаральные базы данных). Внесение данных о приеме/передаче отходов осуществляется сотрудниками территориально распределенных производственных подразделений в разные временные промежутки, таким образом, данные не коррелируют в определенный момент времени.

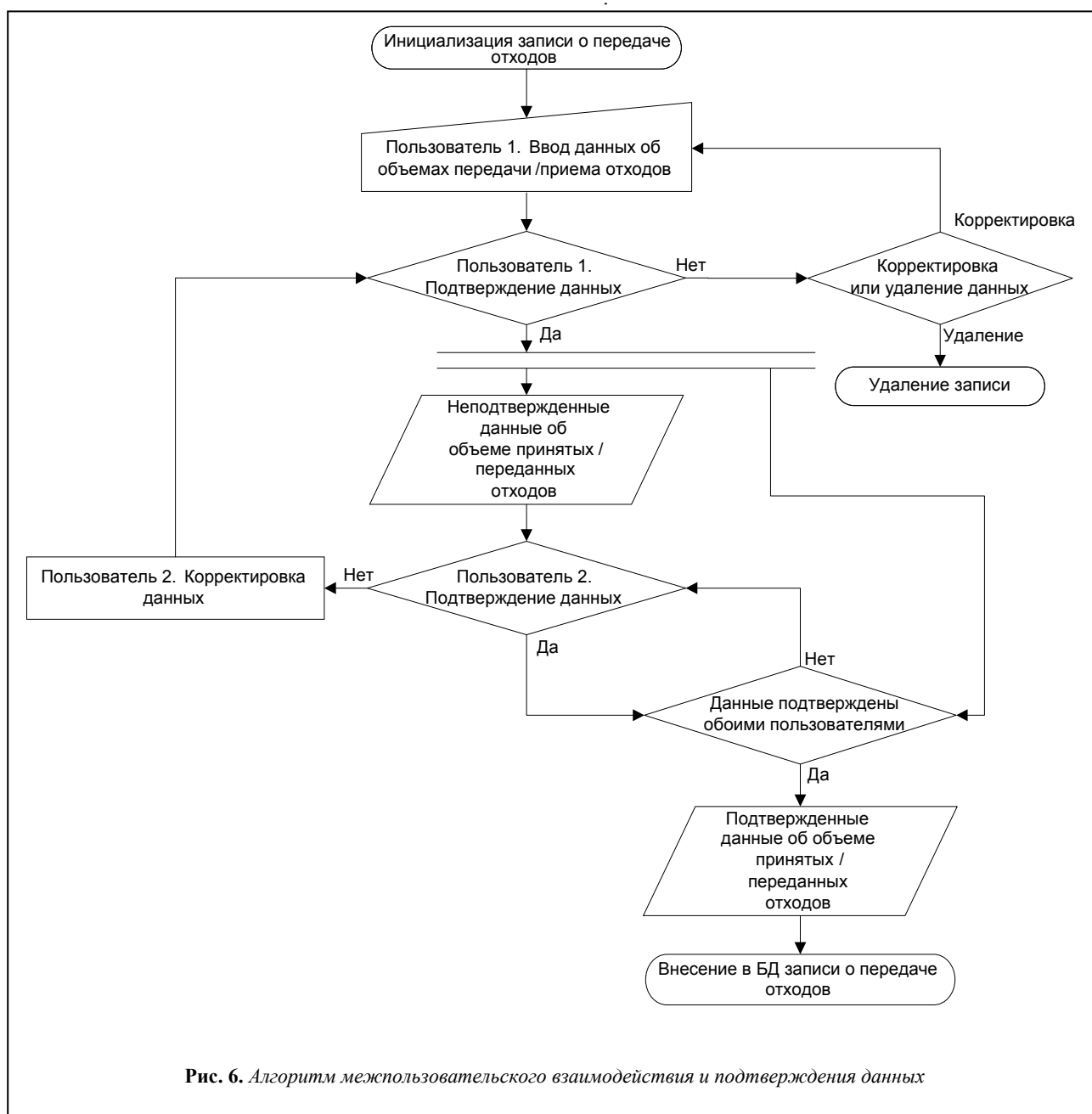


Рис. 6. Алгоритм межпользовательского взаимодействия и подтверждения данных

Очевидно, что отсутствие согласованности данных в формах первичной учетной документации (выход функционального блока *A11* на рис. 4) не позволяет сотрудникам вышестоящих уровней управления обработать (обобщить) исходные данные для подготовки квартальных платежей за негативное воздействие на окружающую среду, годовой госстатотчетности (выходы функциональных блоков *A12–14* на рис. 4). Нарушение корреляции данных в формах первичной учетной документации в целом оказывает негативное влияние на возможность контроля, прогнозирования и оперативного управления в области обращения с отходами производства и потребления.

Решение подобной проблемы осуществляется посредством специального алгоритма в ИАС УОО, обеспечивающего двойное подтверждение вводимой информации перед внесением в базу данных (рис. 6).

Использование специальных всплывающих информационно-сообщений позволяет уведомить пользователей о необходимости своевременного выполнения соответствующих процедур (операций). Информация для автоматизированного формирования учетно-отчетной документации различных структурных подразделений обрабатывается на основе единой базы подтвержденных данных, таким образом обеспечивается корреляция данных в различные временные периоды.

На четвертом этапе программного проектирования осуществляется разработка программных механизмов и пользовательских инструментов для информационной поддержки принятия эколого-ориентированных управленческих решений.

Системный анализ природоохранной деятельности предприятий нефтегазового комплекса позволяет выделять ряд задач информационной поддержки принятия решений в области обращения с отходами производства и потребления:

- контроль и анализ тенденций изменения объемов образования и размещения отходов производства и потребления, оценка соответствия фактических показателей производственной деятельности требованиям разрешительной природоохранной документации и корпоративным требованиям системы экологического менеджмента;

- контроль своевременности подготовки и ведения учетно-отчетной документации в области обращения с отходами производства и потребления;

- контроль объемов накопления отходов на промышленных площадках производственных подразделений и минимизация экономических рисков, связанных с нерегламентированным размещением накопившихся отходов.

Для решения вышеуказанных задач в составе ИАС УОО разрабатываются специальные средства графического и табличного представления информации, обеспечивающие обработку и интерпретацию данных в зависимости от их целевого (семантического) назначения.

На рис. 7. представлены примеры диаграмм, используемых для контроля объемов образования и размещения отходов и оценки соответствия фактических показателей производственной деятельности требованиям разрешительной природоохранной документации.

Снижение трудоемкости подготовки отчетной документации за счет автоматизации ручных операций при обработке форм обуславливает возможность непрерывного контроля природоохранных показателей в режиме, приближенном к реальному времени. В существующих системах бумажного и электронного документооборота периодичность оценки соответствия текущих показателей производственной деятельности природоохранным нормативам, установленным в разрешительной документации (например соответствие объемов образовавшихся отходов установленным нормативам образования отходов и лимитам на их размещение), равна периоду формирования первичной учетной документации и времени на обработку и обобщение данных по предприятию (не чаще одного раза в месяц). При функционировании ИАС УОО вычислительные мощности системы и принципы ввода и обработки данных позволяют сократить период обновления отчетных форм до периода, равного отрезку времени между единичными вводами данных в систему.

Значительное повышение оперативности получаемых и анализируемых данных позволяет не только повысить скорость реакции управляющей системы в целом, но и отслеживать динамику изменений контролируемых экологических показателей с высоким временным разрешением и детализацией по объектам контроля.

Таким образом, обеспечивается возможность прогнозирования контролируемых экологических показателей с применением различных методов экстраполяции данных (нейросетевые модели и другие) и как следствие – облегчается задача планирования различных видов природоохранных мероприятий.

В составе ИАС УОО предусматривается разработка различных настраиваемых пользователями критериев, определяющих «границы принятия решений» при достижении контролируемых показателей определенных уровней. Срабатывание определенного критерия генерирует для пользователя специальное всплывающее уведомление и позволяет сконцентрировать внимание лиц, принимающих решения определенного спектра задач.

Контроль своевременности подготовки и ведения учетно-отчетной документации в области обращения с отходами производства и потребления осуществляется на основе специальных диаграмм, отображающих задачи подразделений (в соответствии с организационной спецификой предприятия) и их распределение во времени (рис. 8).

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ

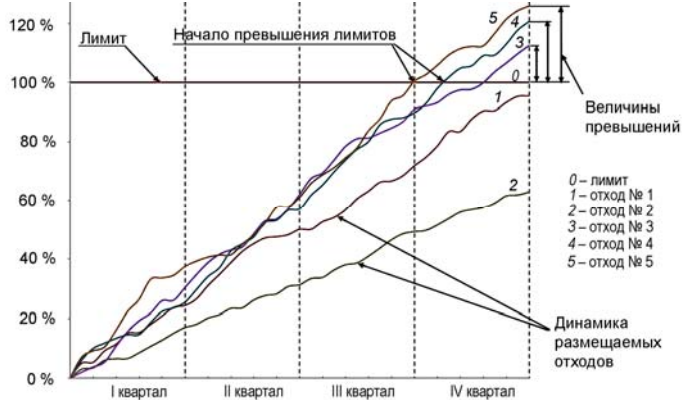


Рис. 7. Примеры диаграмм для контроля динамики объемов образования и размещения отходов и статистического анализа данных:
* ПНООЛР – проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение

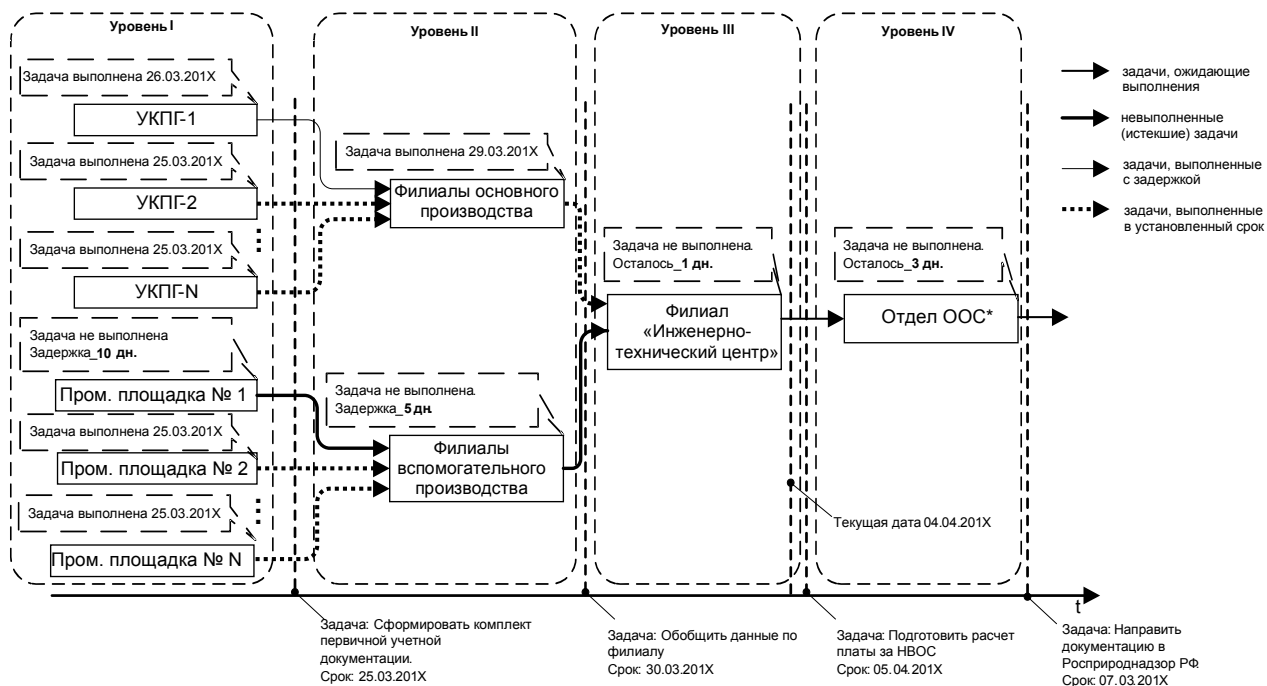
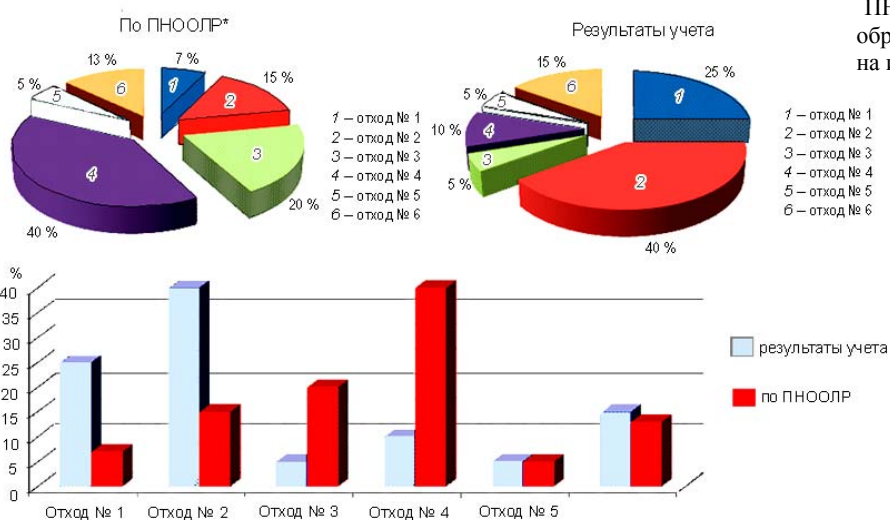


Рис. 8. Диаграмма контроля подготовки учетно-отчетной документации:
* ООС – охрана окружающей среды

Набор программных инструментов ИАС УОО обеспечивает возможность поиска критических путей и отслеживания хода выполнения задач.

На основе изложенных в рамках настоящей публикации решений предлагается следующая схема реализации ИАС УОО:

– анализ задач, возникающих в ходе управления обращением с отходами производства и потребления, позволяет определить системные и методические проблемы на предприятии, обусловленные отсутствием согласованности данных в формах учетно-отчетной документации и трудоемкостью процедур по ее подготовке;

– на основе обследования объекта автоматизации и программного проектирования ИАС УОО разрабатывается комплекс информационных моделей, обеспечивающих формализованное описание процедур и процессов в области обращения с отходами производства и потребления;

– формализация процедур межпользовательского взаимодействия осуществляется посредством разработки специальных программных алгоритмов;

– на основе сетевых технологий создается единое информационное пространство для работы сотрудников предприятия, вовлеченных в процесс охраны окружающей среды;

– информационная поддержка процессов принятия эколого-ориентированных управленческих решений в области обращения с отходами производства и потребления осуществляется на основе специальных программных средств графического и табличного представления информации, обеспечивающих повышение информативности контролируемых показателей, а также возможность программной реализации процедур контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экологический отчет ОАО «Газпром». – 2011.
2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 году: гос. докл.
3. Официальный сайт Росприроднадзора РФ. Отчет о результатах контрольно-надзорной деятельности Росприроднадзора РФ за 2010 г. <http://rpn.gov.ru/node/2658>.
4. Информационно-управляющие системы охраны окружающей среды для объектов нефтегазового комплекса / А.Г. Ишков [и др.] // Газовая пром-сть. – 2012. – № 11. – С. 79–84.

5. Официальный сайт Росприроднадзора РФ. Прием отчетности в электронном виде.

URL: <http://rpn.gov.ru/node/5523>.

6. Р 50.1.028-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования: приняты постановлением Госстандарта РФ от 2 июля 2001 г. № 256-ст.

7. СТО Газпром 7-2005. «Структура управления. Полномочия и ответственность в системе менеджмента охраны окружающей среды».

8. Конолли, Томас, Бегг. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1440 с.

9. Информатизация экологических функций управления ООО «Газпром добыча Ямбург» в области водопользования / А.К. Арабский [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2013. – № 6. – С. 53–57.

LITERATURA

1. *Ekologicheskii otchet* ОАО «Gazprom». – 2011.
2. *O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Rossiyskoy Federatsii v 2011 godu: gos. dokl.*
3. *Ofitsial'nyy sayt Rosprirodnadzora RF. Otchet o rezul'tatakh kontrol'no-nadzornoj deyatel'nosti Rosprirodnadzora RF za 2010g.* <http://rpn.gov.ru/node/2658>.
4. *Informatsionno-upravlyayushchie sistemy okhrany okruzhayushchey sredy dlya ob"ektov neftegazovogo kompleksa / A.G. Ishkov [i dr.] // Gazovaya prom-st'.* – 2012. – № 11. – S. 79–84.
5. *Ofitsial'nyy sayt Rosprirodnadzora RF. Priem otchetnosti v elektronnom vide.* URL: <http://rpn.gov.ru/node/5523>.
6. *R 50.1.028-2001, Informatsionnye tekhnologii podderzhki zhiznennogo tsikla produktsii. Metodologiya funktsional'nogo modelirovaniya: prinyaty postanovleniem Gosstandarta RF ot 2 iyulya 2001 g. № 256-st.*
7. *STO Gazprom 7-2005. Struktura upravleniya. Polnomochiya i otvetstvennost' v sisteme menedzhmenta okhrany okruzhayushchey sredy.*
8. *Konolli, Tomas, Begg. Bazy dannykh. Proektirovanie, realizatsiya i soprovozhdenie. Teoriya i praktika / per. s angl. – 3-e izd. – M.: Izdatel'skiy dom «Vil'yame», 2003. – 1440 s.*
9. *Informatizatsiya ekologicheskikh funktsiy upravleniya ООО «Gazprom dobycha Yamburg» v oblasti vodopol'zovaniya / A.K. Arabskiy [i dr.] // Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – 2013. – № 6. – S. 53–57.*