

УДК 004.89

Разработка системы контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях

И.А. Тарасова, Г.А. Резникова
Донецкий национальный технический университет
irina_tarasova@i.ua, alinakohtan@inbox.ru

Тарасова И.А., Резникова Г.А. Разработка системы контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях. Выполнен анализ угледобывающих предприятий, на основании которого разработана система контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности на шахтах государственного предприятия «Донецкая угольная энергетическая компания», позволяющая минимизировать время на принятие управленческих решений, что приводит к снижению уровня производственного травматизма.

Введение

Уголь – самый распространенный в мире энергетический ресурс. Тема угольной промышленности в данный момент остается актуальной. Во-первых, потому, что в топливном балансе теплоэлектростанций уголь занимает более 90 процентов. Во-вторых, металлургическое производство невозможно без коксующегося угля. Это говорит об огромной значимости отрасли для экономики нашего региона.

Шахты отличаются сложными горно-геологическими условиями, которые продолжают ухудшаться. 90 процентов ныне действующих угледобывающих предприятий работают без реконструкции и существенной модернизации свыше 30 лет. Поэтому охрана труда и промышленная безопасность являются приоритетными вопросами в работе на угледобывающих предприятиях.

Цель статьи – снижение производственного травматизма и обеспечение безопасности производственных процессов, оборудования, зданий и сооружений, за счет разработки системы контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях, позволяющей минимизировать время на принятие управленческих решений.

Для достижения поставленной цели в статье решаются следующие задачи:

- анализ угледобывающих предприятий;
- разработка модели системы контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности;
- проведение концептуального проектирования, которое включает в себя разработку диаграммы потоков данных, диаграммы «сущность-связь», иерархической модели данных, сетевой модели данных и

реляционной модели данных системы «КМСОТ и ПБ»;

- выполнение программной реализации, которая включает в себя обоснование выбора системы управления, проектирование пользовательского интерфейса, а также разработку схемы данных и схемы взаимодействия компонентов системы.

Анализ угледобывающих предприятий

Одной из важнейших проблем на угледобывающем предприятии является обеспечение безопасности и безвредности производства, профилактика травматизма и заболеваний, связанных с неблагоприятными условиями труда.

Для решения указанной проблемы необходимо соблюдение соответствующих правовых и технических норм в области безопасности и гигиены труда, правильная организация трудового процесса, постоянный контроль и отчетность перед вышестоящими административными и хозяйственными органами.

Анализ основан на работе наиболее крупного угледобывающего государственного предприятия «Донецкая угольная энергетическая компания» (далее ГП «ДУЭК»), в состав которого на правах обособленных подразделений входят шесть шахт, такие как:

- ш. «Трудовская»;
- ш. им. Е.Т. Абакумова;
- ш. им. А.А. Скочинского;
- ш. «Октябрьский Рудник»;
- ш. им. М.И. Калинина;
- ш. им. Челюскинцев.

Директора шахт для контроля за состоянием и соблюдением требований

нормативных и других документов по охране труда создают службу охраны труда, целью которой является обеспечение высокопроизводительного трудового процесса, предотвращение аварийности, травматизма и профзаболеваемости при выполнении производственных заданий на предприятии, в его структурных подразделениях и на рабочих местах [1].

В свою очередь отдел охраны труда, гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций ГП «ДУЭК» является аппаратом управления, главная функция которого обеспечение и контроль на шахтах и других обособленных подразделениях выполнения законодательных актов и нормативных документов по охране труда.

Уровень производственного травматизма, степень профессиональных заболеваний, количество несчастных случаев и аварий можно снизить за счет своевременного принятия мер.

Для того, чтобы выработать решение, отделу необходимо обработать и систематизировать большое количество информации, поэтому для автоматизации процесса обработки данных и минимизации времени на принятие решения, необходимо разработать систему контроля и мониторинга состояния охраны труда на обособленных подразделениях предприятия.

Разработка моделей системы контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности

Для разработки морфологической модели службы охраны труда необходимо определить структуру подразделений компании, с которыми в дальнейшем функционирует служба охраны труда.

Структура подразделений ГП «ДУЭК» представлена на рисунке 1.

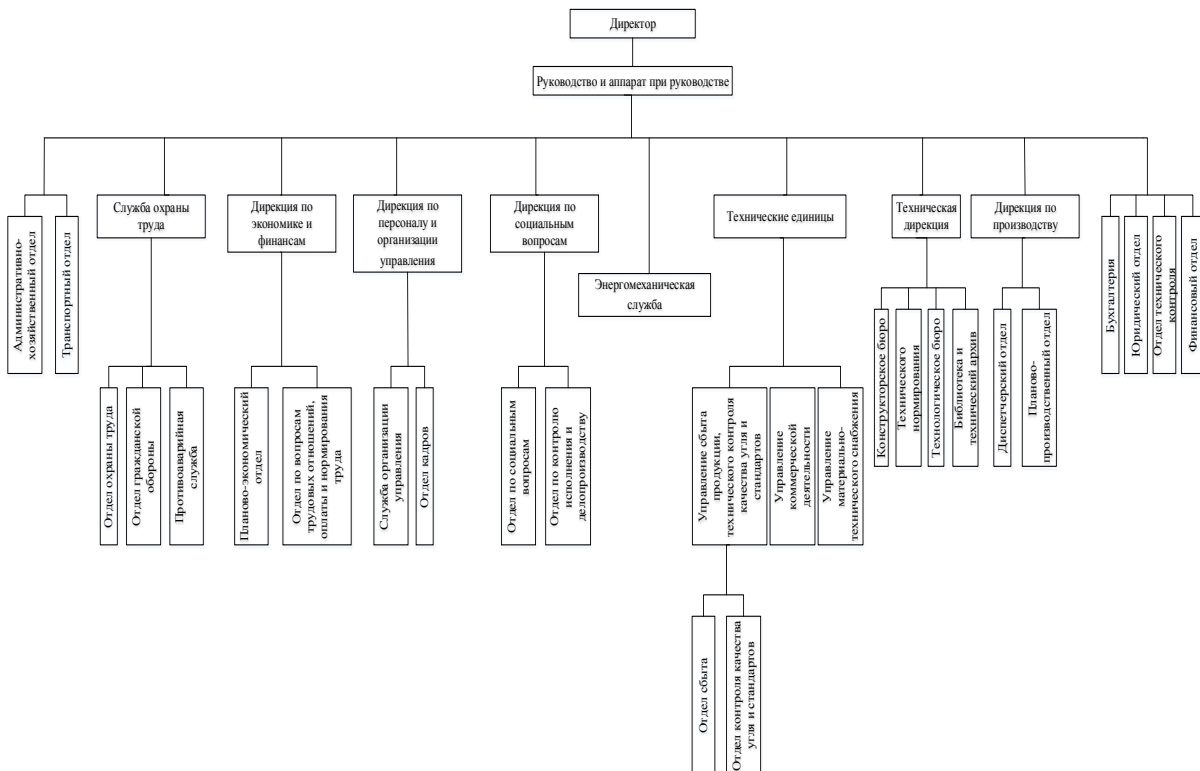


Рисунок 1 – Структура подразделений ГП «ДУЭК»

Служба охраны труда взаимодействует с другими подразделениями (отделами, цехами, службами) посредством движения нормативной документации, которая ведется на шахтах (наряд-путевки, книги нарядов, оперативный журнал и т.д.), передается в компанию для систематизации, на основании которой делаются расчеты, формируются отчеты, заявки, предложения [2].

На основании данных документов производственные участки оснащаются

горношахтным оборудованием, соответствующим горнотехническим условиям шахты, а также системами и средствами автоматизированной противоаварийной (коллективной) защиты, контрольно-измерительной аппаратурой и другими материалами.

Также на основании полученной информации разрабатываются графики проверок состояния охраны труда на участках, планы

работ для постоянно действующей комиссии по охране труда, отчеты, инструкции.

Разрабатываемая модель основывается на вербальном описании и структуре подразделений

компании. Графическая модель взаимодействия службы охраны труда с другими подразделениями ГП «ДУЭК» представлена на рисунке 2.

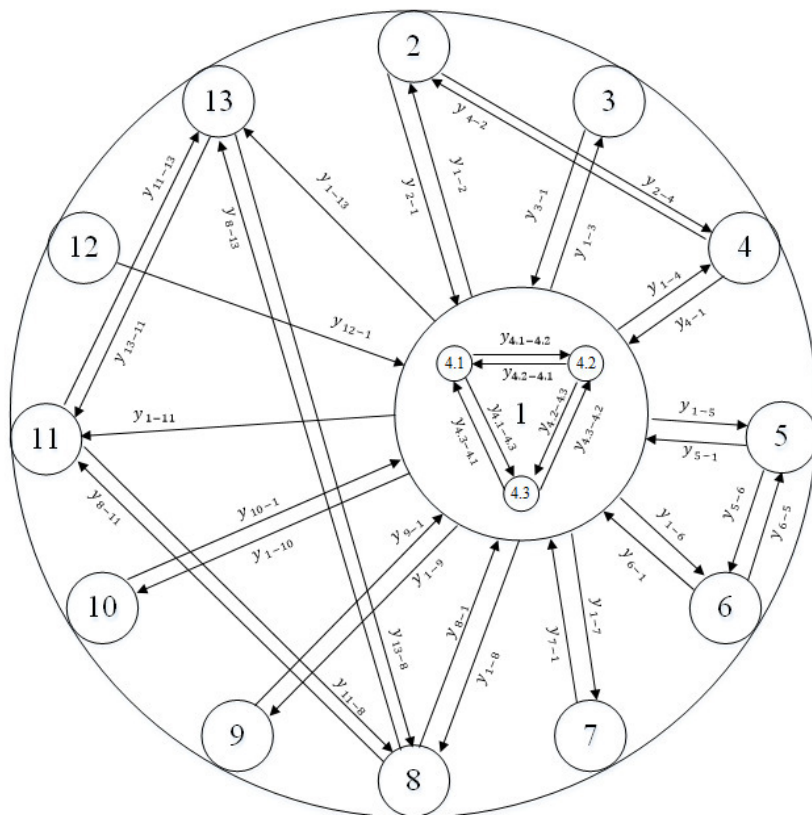


Рисунок 2 – Графическая модель взаимодействия службы охраны труда с другими подразделениями ГП «ДУЭК»

Системный анализ показал, что службе охраны труда для принятия решения необходимо обработать большое количество информации, поэтому для минимизации времени на принятие управленческих решений целесообразно провести автоматизацию работы отдела охраны труда.

На основании проведенного анализа разрабатывается модель системы «Контроль и мониторинг состояния охраны труда и промышленной безопасности» типа «черный ящик». Для этого необходимо определить элементы модели, а именно, границы системы и ее внешнюю среду, входные и выходные потоки [3]. Граница данной системы определяется совокупностью структурных подразделений ГП «ДУЭК» [4].

Внешней средой для системы являются лица ответственные за сбор, хранение и обработку поступающей информации, а также руководители, контролирующие работу, а именно:

– генеральный директор отдела охраны труда;

- специалисты отдела охраны труда;
- директор шахты;
- главный инженер;
- заместитель директора по производству;
- заместитель директора по охране труда;
- заведующий горными работами;
- заместитель главного инженера;
- главный механик (энергетик);
- главный маркшейдер (геолог);
- участковый маркшейдер (геолог);
- начальник смены;
- специалист службы охраны труда;
- горный диспетчер.

Входными данными системы являются:

- x_1 – общешахтная книга нарядов (распоряжений);
- x_2 – журнал горного диспетчера;
- x_3 – наряд-путевка горного мастера;
- x_4 – книга нарядов участка;
- x_5 – книга нарядов участка ВТБ;
- x_6 – наряд-путевка горного мастера участка ВТБ;
- x_7 – оперативный журнал горного диспетчера;

x_8 – книга нарядов службы прогноза ГДЯ;
 x_9 – наряд-путевка горного мастера службы прогноза ГДЯ;
 x_{10} – книга нарядов участка ПРТБ;
 x_{11} – наряд-путевка горного мастера участка ПРТБ;
 Выходными данными системы являются:
 y_1 – предписания;
 y_2 – график проверок состояния охраны труда на участках;
 y_3 – план работы ПДК по охране труда;

y_4 – график обучения горнорабочих и специалистов безопасным методам работы;
 y_5 – план оздоровительных мероприятий;
 y_6 – отчет экспресс-анализа травматизма, профзаболеваний и аварийности;
 y_7 – комплексная программа (статистика исправленных нарушений, количество проведенных мероприятий по данным направлениям).

Модель системы типа «черный ящик» представлена на рисунке 3.

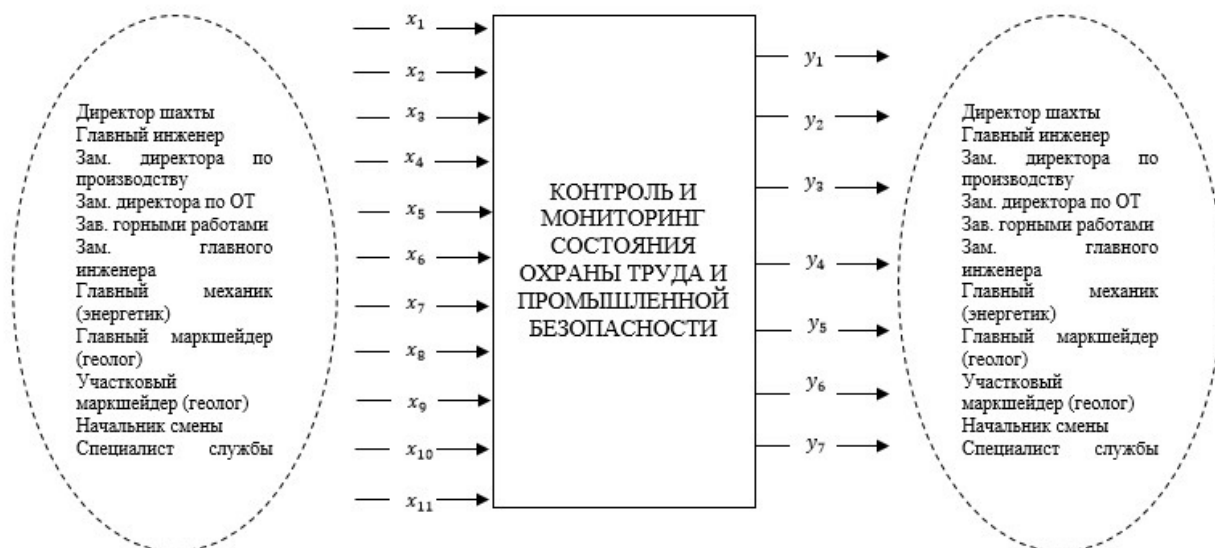


Рисунок 3 – Модель «черный ящик» системы «Контроль и мониторинг состояния охраны труда и промышленной безопасности»

Оперативный учет и экспресс-анализ травматизма на шахте осуществляется ежемесячно [5], ежеквартально составляется краткий отчет (динамика) по установленной Министерством угля и энергетики форме, который передается в службу охраны труда ГП «ДУЭК» для установления причин и тенденций травматизма, разработки отраслевых мероприятий для его предотвращения.

Концептуальное проектирование системы контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности

Диаграмма потоков данных системы контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях представлена на рисунке 4. Диаграмма отображает всех участников (пользователей) системы, а также данные, которыми обмениваются все подсистемы [7]. База данных имеет три уровня доступа. Первый – это сами шахты, которые вносят данные о проверках, проведенных руководящими лицами и специалистами шахты. Второй – это ГП «ДУЭК», который имеет доступ

к информации по всем шахтам. Статистическая информация предоставляется генеральным директором отдела охраны труда генеральному директору компании. И третий – это Министерство угля и энергетики, которое взаимодействует с подсистемой компании для доступа к информации, для дальнейших селекторных совещаний и принятия управленческих решений на основе обработанной информации.

Следующим наиболее распространенным средством моделирования данных являются диаграммы «сущность-связь» (ERD). Цель используемого моделирования данных состоит в обеспечении разработчика ИС концептуальной схемой базы данных в форме одной модели или нескольких локальных моделей, которые относительно легко могут быть отображены в любую систему баз данных [11].

С помощью диаграмм определяются важные для предприятия и его обособленных подразделений объекты (сущности), их свойства (атрибуты) и отношения друг с другом (связи). Поэтому, ERD непосредственно будет использоваться для проектирования данной реляционной базы данных.

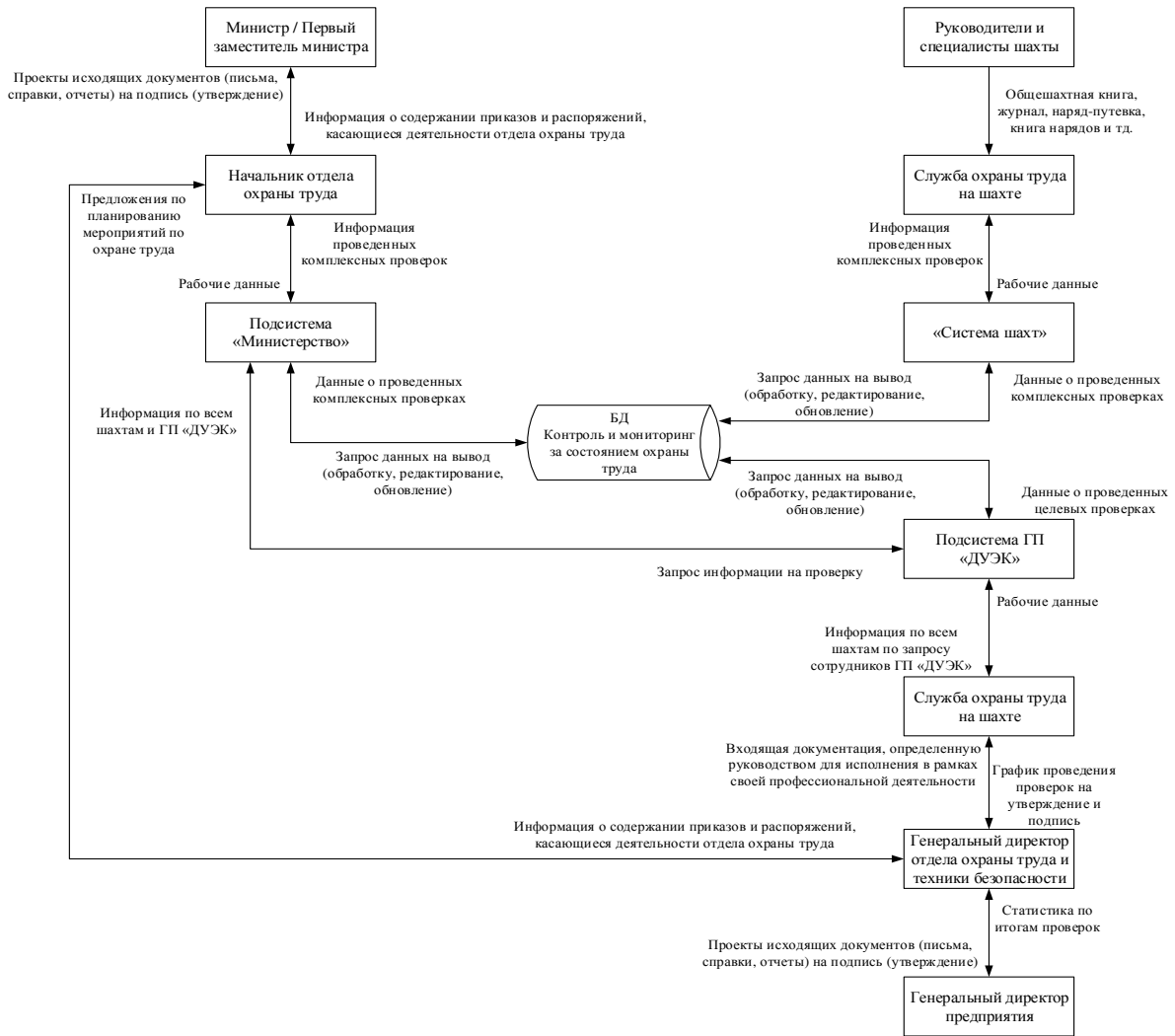


Рисунок 4 – Диаграмма потоков данных

В разрабатываемой базе данных основными объектами (сущностями) являются таблицы «Предписание (ДУЭК)», «График», «ДУЭК», «Система шахт», «Дата», «Отдел», «Вид проверки», «Сотрудники», «Должность (ДУЭК)», «Обособленные подразделения», «Смена», «Должность (шахта)», «Проверки».

Объекты (сущности) «Дата», «Отдел», «Вид проверки», «Сотрудники», «Должность (ДУЭК)», «Обособленные подразделения», «Смена», «Должность (шахта)», «Проверки» в той или иной степени выступают в качестве справочника, но идентифицируются как самостоятельные объекты. Такое разбиение информации называется приведением к третьей нормальной форме (3НФ), суть формы в том, чтобы связь между объектами была «один ко многим», что упрощает работу реляционной базы данных [11].

Диаграмма «сущность-связь» системы контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности представлена на рисунке 5.

Далее устанавливается характер связей между объектами. На каждой шахте после того, как назначенная проверка завершилась, руководители и специалисты предоставляют предписание и фиксируют свое посещение в журнале. Ставится дата проверки, указывается ответственное лицо, наименование проверки и количество выявленных нарушений.

Таким образом, один объект нуждается в нескольких справочниках, которые будут хранить в себе нужную информацию, поэтому степень связи один ко многим.

«Донецкая угольная энергетическая компания» в свою очередь проводит проверки на всех обособленных подразделениях компании, вид проверки может меняться в зависимости от внешних обстоятельств, но всегда есть единая, проходящая один раз в месяц комплексная проверка. Также, после ее проведения сотрудниками отдела ОТ и ЧС предоставляется предписание, где указывается суть нарушений шахтой, устанавливаются сроки их устранения и по итогу предоставляется копия предписания по

проведенным мероприятиям. Таким образом, чтобы организовать работу одного отдела,

необходимо создать более пары объектов и не один справочник.

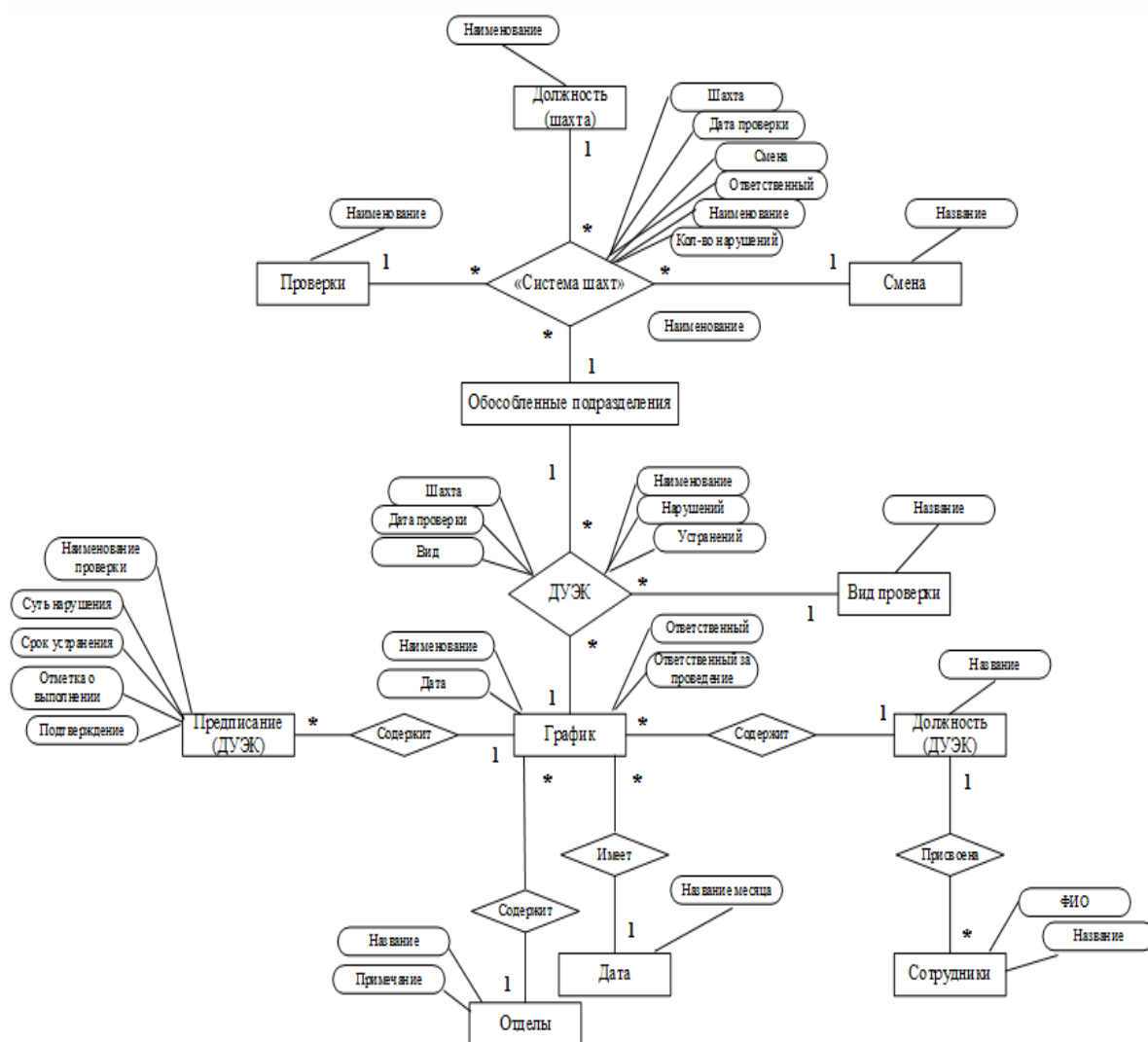


Рисунок 5 – Диаграмма «сущность-связь» системы «Контроль и мониторинг состояния охраны труда и промышленной безопасности»

Ядром любой базы является модель представления данных, т.е. их информационная структура. Основная информационная модель данных на основе записей, которая будет использоваться в разрабатываемой системе – реляционная модель.

Реляционная модель представляет собой базу данных в виде множества взаимосвязанных отношений. В каждой связи одно отношение может выступать как основное, а другое отношение выступает в роли подчиненного.

Таким образом, один кортеж основного отношения может быть связан с несколькими кортежами подчиненного отношения. Для поддержки этих связей оба отношения должны содержать наборы атрибутов, по которым они связаны. В основном отношении – это первичный ключ отношения, который

однозначно определяет кортеж основного отношения [7].

Разрабатываемая система «Контроль и мониторинг состояния охраны труда и промышленной безопасности» основывается на реляционной модели данных, которая представлена на рисунке 6.

Таким образом, разработанная база данных нормализована и соответствует четырем нормальным формам, так как каждая таблица имеет первичный ключ, каждое поле таблицы представляет уникальный тип информации, все поля атомарны (1НФ), каждое поле таблицы функционально зависит от первичного ключа, который идентифицирует исходный объект таблицы (2НФ), а таблица не содержит транзитивных зависимостей, т.е. столбцы, не являющиеся ключевыми, зависят

от первичного ключа таблицы и не зависят от всех остальных столбцов (ЗНФ).

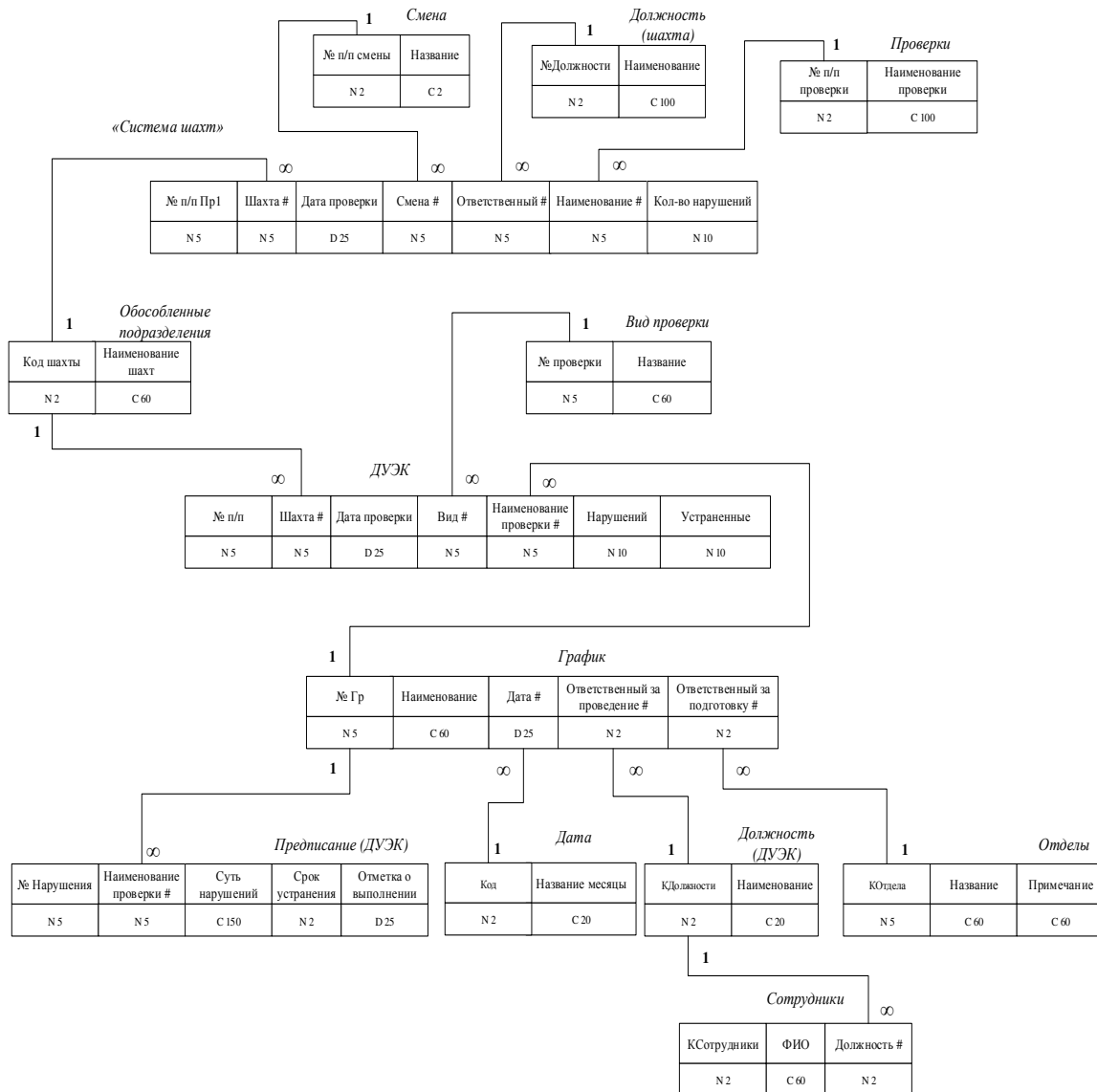


Рисунок 6 – Реляционная модель данных системы «Контроль и мониторинг состояния охраны труда и промышленной безопасности»

Программная реализация системы контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности

Платформой для разрабатываемой системы был выбран программный продукт Microsoft Access, т.к. специалисты службы и отдела ОТ используют программный пакет Microsoft Office.

В проектируемой системе для работы созданы 14 таблиц, 22 экранные формы, 17 отчетов, более 20 запросов и макросов.

Структура реляционной базы данных в Access задается схемой данных (см. рис. 7), которая имеет иерархическую структуру и называется канонической реляционной моделью предметной области. Связи между таблицами

устанавливаются в соответствии с проектом логической структуры базы данных. Схема данных в Access является не только средством графического отображения базы, она активно используется системой в процессе обработки данных.

Система обеспечена защитой двумя самыми распространенными способами: установка пароля и разделение информации на уровне пользователей. В разрабатываемой системе «КМСОТ и ПБ» три основные группы пользователей – шахты, компания и Министерство. Никто кроме специалистов отдела «Донецкая угольная энергетическая компания» не имеет право осуществить резервное копирование базы, такое разделение информации необходимо для защиты от

несанкционированной утечки информации, последствия, которая может повлечь за собой необратимые

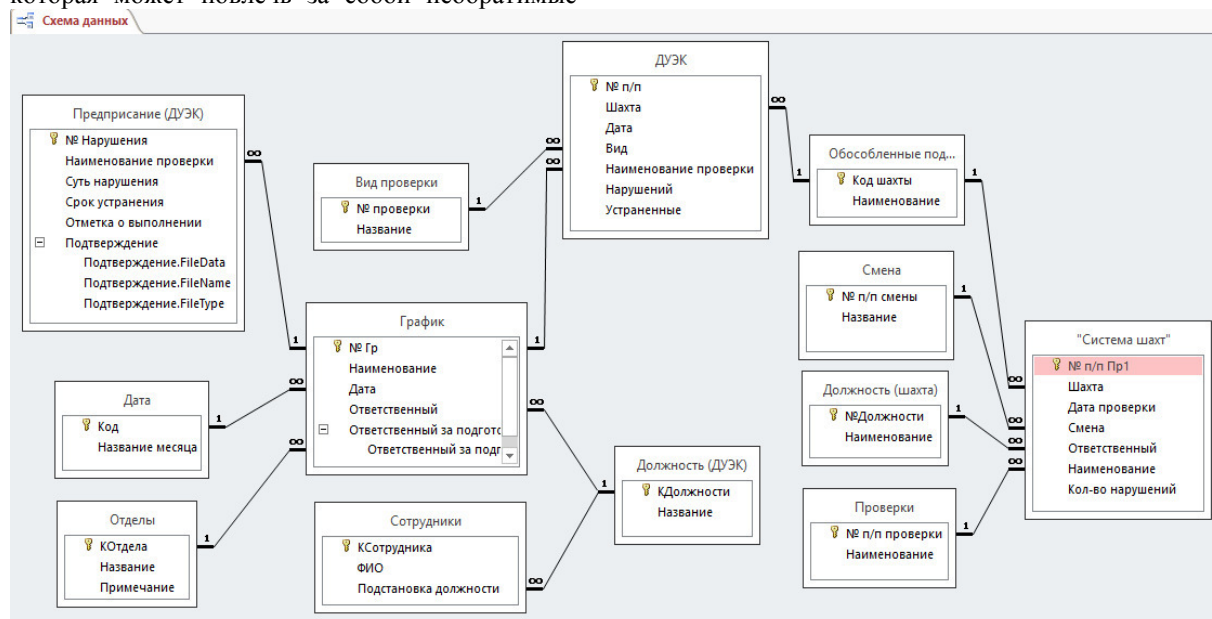


Рисунок 7 – Схема данных системы «КМСОТ и ПБ»

Выводы

Анализ угледобывающих предприятий показал, что обеспечение безопасности и безвредности производства, профилактика травматизма и заболеваний, связанных с неблагоприятными условиями труда одна из ведущих проблем на предприятиях такого рода. Разработанная система контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности позволяет минимизировать время на принятие управленческих решений, что приводит к снижению уровня производственного травматизма.

Литература

1. Ефремова О. С. Охрана труда в организации в схемах и таблицах / О. С. Ефремова. – М. : Альфа-Пресс, 2012. – 108 с.
2. Ефремова О. С. Охрана труда от А до Я: Практическое пособие / О. С. Ефремова. – М. : Альфа-Пресс, 2013. – 672 с.
3. Резникова Г. А. Разработка системы контроля и мониторинга состояния промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях / Г. А. Резникова, И. А. Тарасова // Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование в рамках III форума «Инновационные перспективы Донбасса» (ИУСМКМ – 2017). – Донецк : ДонНТУ, 2017. – С. 764-769.
4. Асланов М. Системный анализ и принятие решений в деятельности учреждений реального сектора экономики, связи и транспорта / М. Асланов, А. Шатраков. – М. : Экономика, 2010. – 406 с.
5. Беляков Г. И. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: Учебник для бакалавров / Г. И. Беляков. – М. : Юрайт, 2013. – 572 с.
6. Тимченко Т. Н. Системный анализ в управлении: Учебное пособие / Т. Н. Тимченко. – М. : ИД РИОР, 2013. – 161 с.
7. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт, Ю. Г. Гордиенко, А. В. Слепцов – М. : Вильямс, 2001. – 1072 с.
8. Анфилатов В. С. Системный анализ в управлении / В. С. Анфилатов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин. – М. : ФиС, 2009. – 368 с.
9. Громова Е. Н. Системный анализ информационных комплексов: Учебное пособие / Е. Н. Громова. – СПб. : Лань, 2016. – 336 с.
10. Данелян Т. Я. Теория систем и системный анализ: Учебно-методический комплекс / Т. Я. Данелян. – М. : Ленанд, 2016. – 360 с.
11. Пирогов В. Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование: Учебное пособие / В. Ю. Пирогов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2009. – 528 с.

Ирина Александровна Тарасова, Галина Анатольевна Резникова *Разработка системы контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях.* Выполнен анализ угледобывающих предприятий, на основании которого разработана система контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности на шахтах государственного предприятия «Донецкая угольная энергетическая компания», позволяющая минимизировать время на принятие управленческих решений, что приводит к снижению уровня производственного травматизма.

Ключевые слова: система контроля и мониторинга, промышленная безопасность, травматизм, база данных, угледобывающие предприятия

Tarasova Irina, Reznikova Galina. *Development of the system of control and monitoring the state of labor protection and industrial safety in coal-mining enterprises.* **The Abstract.** The analysis of coal-mining enterprises on the basis of which the system of control and monitoring of the state of labor protection and industrial safety at the mines of the state enterprise "Donetsk Coal Energy Company" was developed, which allows to minimize the time for making managerial decisions, which leads to a reduction in the level of industrial injuries.

Key words: control and monitoring system, industrial safety, injuries, database, coal mining enterprises

Статья поступила в редакцию 20.09.2017

Рекомендована к публикации д-ром техн. наук В.Н. Павлышом