

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ

Е.Н. Малыгин, В.А. Немтинов, Д.В. Сарычев, Ю.В. Немтинова

Кафедра «Гибкие автоматизированные производственные системы», ТГТУ

Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым

Ключевые слова и фразы: государственная экологическая экспертиза; очистка газовых выбросов и сточных вод; экспертная система.

Аннотация: Рассмотрены вопросы автоматизированного формирования природоохранных мероприятий при проведении экологической экспертизы промышленных предприятий. Приведены постановка задачи, алгоритм решения и программная среда для ее реализации.

Работу промышленных предприятий в области охраны окружающей среды регламентируют отделы государственной экспертизы, нормирования и лицензирования городских и областных комитетов природных ресурсов. Результатом работы экспертной комиссии является заключение государственной экологической экспертизы, в котором должна быть дана оценка [1]:

- правильности принятых решений по примененной технологии, варианту размещения, планируемому природоохранному мероприятию, организации экологического мониторинга;
- достаточности запланированных организационных мероприятий, финансовых и технических средств для ликвидации последствий возможных аварий;
- достаточности предусмотренных мер по обеспечению экологической безопасности общества и сохранению природного потенциала;
- допустимости воздействия и экологически обоснованной возможности реализации объекта экспертизы.

В настоящее время совместно с сотрудниками Комитета природных ресурсов по Тамбовской области разрабатывается информационная система, автоматизирующая деятельность некоторых отделов комитета. В состав системы входят следующие подсистемы:

- обработки данных государственной экспертизы с подпрограммами выдачи данных для госконтроля различных сред;
- обработки информации о мониторинге водной среды с подпрограммами анализа информации по различным критериям.

На рис. 1 показана схема взаимодействия служб комитета при проведении экологических экспертиз с использованием разрабатываемого программного обеспечения.

Подсистема информационной поддержки проведения государственной экспертизы реально работает в отделе государственной экспертизы нормирования и лицензирования Комитета природных ресурсов по Тамбовской области. При ее использовании автоматизирован процесс обработки служебной информации об объектах, влияющих на загрязнение окружающей природной среды: наименова-

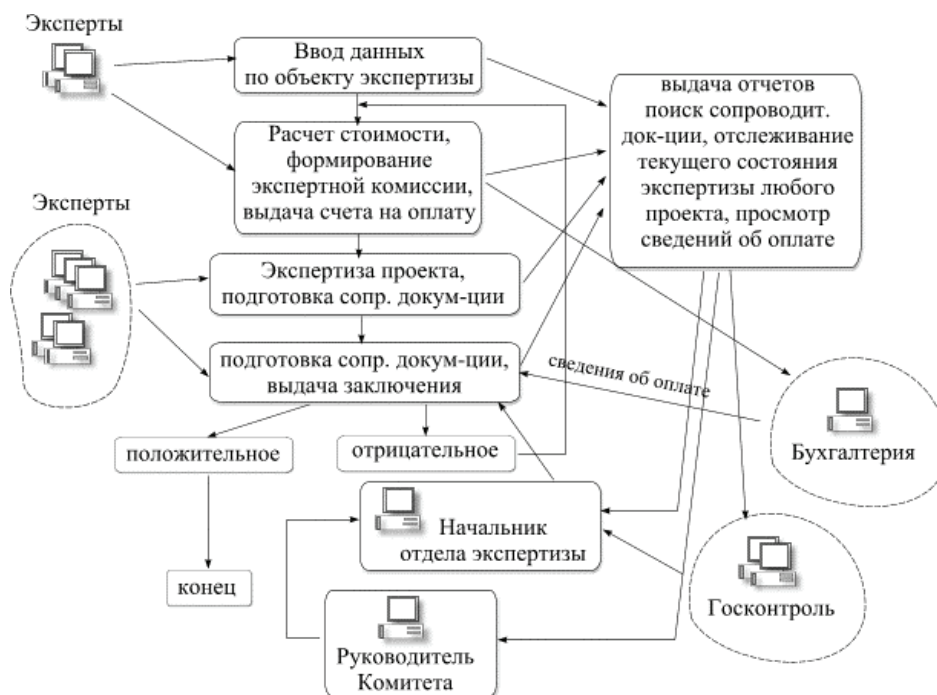


Рис. 1 Схема взаимодействия служб комитета при проведении экологических экспертиз

ние объекта, месторасположение, информация об организации, занимающейся эксплуатацией объекта, вид воздействия на окружающую среду, запрос на разрешение определенного вида деятельности, экономический раздел. В соответствии с законом РФ «О государственной экспертизе» производится расчет оплаты труда внештатных экспертов с выдачей всех необходимых документов для учета этого важного, в условиях рыночной экономики, аспекта деятельности Комитета. С помощью подсистемы автоматизировано прохождение объекта на протяжении всей цепочки его обработки, а также она позволяет обрабатывать документы по мере их поступления, анализировать накопленные сведения о заключениях, необходимости проведения мероприятий для исключения ненормируемых воздействий на окружающую среду. Вид главного окна подсистемы обработки данных государственной экологической экспертизы промышленных объектов приведен на рис. 2. Немаловажным достоинством данной подсистемы является возможность автоматизированной выдачи отчетной документации для предоставления в Министерство природных ресурсов (МПР), что без сомнения позволяет считать ее частью создаваемой единой государственной системы экологического мониторинга окружающей среды.

При проведении экспертизы значительная доля ответственности возлагается на экспертов. Для принятия эффективных решений по планируемым природоохранным мероприятиям предлагается подход, позволяющий обобщить положительные результаты проведенных ранее экспертиз и результаты успешного внедрения систем обезвреживания газовых выбросов и сточных вод на промышленных предприятиях. Его использование позволяет в большинстве случаев оценить целесообразность и ориентировочную величину затрат на природоохранные мероприятия, предлагаемые природопользователями на экспертизу.

Задача выбора технологических схем систем очистки газовых выбросов и сточных вод из множества вариантов на основании математических критериев

№ под.	Номер с.	Название объекта	Дата прин.	Заказчик
6/0		Выбор участка под размещение башни сотовой связи на землях СХПК "Цна"	21.02.2002	ЗАО Росико
6/0		Выбор участка для размещения башни сотовой связи на землях СХПК "Маяк"	21.02.2002	ЗАО Росико
6/н		Выбор участка под проектирование дома по ул.Базарной,102	26.02.2002	Главное управление Го и ЧС
6/оплата		Выбор участка под строит-во здания по ул.Носовской,39 в г.Тамбове	01.03.2002	ООО "ВИНИТ"
6/н		Выбор участка под строительство магазина и интернет-кафе по ул. Интерна	01.03.2002	ООО Бит+
6/оплата		Выбор участка под проектирование магазина по ул.Антонова-Овсенко,152 в	04.03.2002	Каринская Н.Б.
1	798	Проект незаверш. стр-ва 9-ти этажного общежития ТГУ им. Державина	03.01.2002	ТГУ им. Державина
2	2	Проект комплекса спальных корпусов на 200 мест психоневрол. интерната	09.01.2002	Управление стр-ва и стройиндустрии админ
3	3	Проект реконструкции а/д Тамбов-Пенза-1-ая Гавриловка	10.01.2002	Тамбовупрадор
4	4	Проект стр-ва а/д Сергеева-Варваринка 2-ая	10.01.2002	Тамбовупрадор
5	5	Проект строительства а/д Титовка-Стежки	10.01.2002	Тамбовупрадор
6	6	Проект реконструкции а/д Тамбов-Пенза-Инжавино-Красивка-Уварово	10.01.2002	Тамбовупрадор
7	7	Эксплуатация АЗС, чп Кошеренков О.В.	10.01.2002	чп Кошеренков
8	6/оплата	Выполнение требований экологической безопасности на з-де Октябрь	14.01.2002	ФГУП з-д Октябрь
9	666	Эксплуатация АЗС на 431 км а/д Москва-Астрахань	14.01.2002	чп Ясаков Д.В.
10	13	Эксплуатация АЗС ООО Автовокзал-Сервис	14.01.2002	ООО Автовокзал-Сервис
11	12	Торговля транспортными средствами чп Леонтьева И.Е.	14.01.2002	чп Леонтьева И.Е.
12	15	Проект газопровода высокого давления для СХПК Искра	15.01.2002	СХПК Искра
13	16	Проект кафе-кондитерское по ул. Интернациональной, 24-а	15.01.2002	Семенова Н.И.
14	18	Проект строительства кемпинга с АЗС в р-не 26 км а/д Тамбов-Пенза	16.01.2002	ОАО Тамбонетпродукт
15	6/оплата	Проект АЗС на 10 км а/д Мичуринск-Липецк	16.01.2002	чп Инзенцев В.В.
16	6/оплата	Проект КАЭС на а/д Тамбов-Шацк., 112 км	16.01.2002	Моршанская табачная фабрика
17	6/оплата	Проект кафе по ул. Советской, 79	16.01.2002	ЗАО Тамбоввестстрой
18	19	Проект жилого дома по ул.Рылева ,64а	17.01.2002	Социальная инициатива и К
19	20	Проект общеобразовательной школы № 3 с интернатом в г. Кирсанове	17.01.2002	Администрация г. Кирсанова
20	25	Экспертиза эксплуатации АЗС ООО РИБ	18.01.2002	ООО РИБ
21	26	Эксплуатация АЗС ООО Староурьевской нефтебазы	18.01.2002	ООО Староурьевская нефтебаза
22	27	Установка газобаллонного оборудования на транспортных средствах ООО Лор	21.01.2002	ООО Лора
23	29	Проект базовой станции сотовой связи по ул. Интернациональной	21.01.2002	ЗАО Росико
24	30	Проект реконструкции газонаполнительной станции сжиженных газов рп Дин	21.01.2002	ООО Пропан
25	31	Производство, хранение спирта из пищевых продуктов Байловский спиртзав	22.01.2002	Ф-л ГУП ФАПК Якутия Байловский спиртз
26	34	Эксплуатация АЗС Котовский з-д Пластмасс	23.01.2002	ФГУП Котовский з-д Пластмасс
27	35	Услуги средств размещения Тамбовского областного объединения профсо	23.01.2002	Тамбовское областное объединение профс
28	36	Проект реконструкции корпуса №7 ОАО Тамбовмаш	23.01.2002	ОАО Тамбовмаш
29	40	Хранение нефти и продуктов ее переработки Мичуринский экспериментальны	23.01.2002	Мичуринский экспериментальный з-д

Рис. 2 Вид главного окна подсистемы обработки данных государственной экологической экспертизы промышленных объектов

оптимальности до настоящего момента решалась редко вследствие сложности накладываемых на системы условий, а также большого количества критериев оценки. Наиболее прогрессивным методом решения этой задачи является применение экспертных систем. Чтобы среди множества вариантов структуры процесса выбрать оптимальную систему, необходимо четко определить критерии оценки. У систем очистки газовых выбросов и сточных вод имеется множество критериев оценки, которые объединены в 3 большие группы: “затраты”, “надежность”, “безопасность”. В таком случае рекомендуется использовать комплексную оценку, предполагающую распределение весов между этими суммирующими группами с учетом конкретных условий.

Экспертные системы обладают рядом преимуществ:

- модульностью и простотой, т. е. при изменении или дополнении правил, а также при использовании нового оборудования, эти правила и оборудование вносятся в базу знаний без изменения всей структуры автоматизированного выбора в целом;

- реалистичностью, так как многие математические модели слишком сложны и абстрактны, и не редко вносят в системы ряд упрощений, здесь же используются практические наработки специалистов в данной области.

Исходя из вышеизложенного, предлагается следующая постановка задачи формирования варианта структуры технологической схемы (СТС), в состав которой должны войти все необходимые технологические стадии: нужно найти последовательность стадий процесса очистки воздуха (сточных вод) от вредных примесей до концентраций $\bar{C}_{\text{вых}}$ таких, что при выполнении условия

$$\bar{C}_{\text{вых}} + \bar{C}_{\text{фон}} \leq \bar{C}^{\text{lim}} \quad (1)$$

справедливо

$$t_{\text{opt}} = \operatorname{argmin}_{t \in T} F_1(t), \quad (2)$$

где T – множество возможных вариантов СТС процессов очистки; $\bar{C}_{\text{вых}}$, $\bar{C}_{\text{фон}}$, \bar{C}^{lim} – соответственно вектор-функции концентраций вредных примесей на выходе системы очистки, а также их фоновых и предельно-допустимых значений.

В связи с тем, что предлагается использовать многокритериальный выбор оптимального варианта СТС системы очистки, необходимо решить вопрос о выборе методов нормализации множества критериев и их ранжирования, а также метода многокритериального выбора [2 – 4]. В данной работе критерий оптимальности F_1 представляет собой сумму взвешенных относительных потерь критериев: приведенных затрат на реализацию совокупности стадий очистки; надежности функционирования системы очистки; технологичности и безопасности процессов очистки.

Интегральный критерий F_1 можно записать как

$$F_1(t) = \sum_{i=1}^4 \rho_i \cdot \omega_1^i(t), \quad (3)$$

где $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$ – весовые коэффициенты,

$$\rho = \{\rho_i\} = \left\{ \rho_i : \rho_i > 0, i=1, \dots, 4, \sum_{i=1}^4 \rho_i = 1 \right\}; \quad (4)$$

$\rho_i \cdot \omega_1^i(t)$ – взвешенные потери по i -у критерию; $\omega_1^i(t) = \omega_1^i(F_1^i(t))$, $i=1, \dots, 4$, $t \in T$ – монотонные функции, преобразующие каждую функцию цели $F_1^i(t)$, $i=1, \dots, 4$, $t \in T$, к безразмерному виду.

$F_1^1(t)$ – экономический критерий, включающий в себя укрупненные приведенные затраты на реализацию системы очистки; $F_1^2(t)$ – оценка надежности функционирования системы очистки; $F_1^3(t)$, $F_1^4(t)$ – соответственно критерии технологичности и безопасности проведения совокупности процессов очистки. Причем для функции цели $F_1^1(t)$ находится минимум, а для $F_1^2(t)$, $F_1^3(t)$ и $F_1^4(t)$ – максимум.

$$\omega_1^1(t) = \frac{F_1^1(t) - F_1^{10}}{F_{1(\max)}^1 - F_1^{10}}, \quad t \in T, \quad (5)$$

$$\omega_1^l(t) = \frac{F_1^{l0} - F_1^l(t)}{F_1^{l0} - F_{1(\min)}^l}, \quad t \in T, \quad l=2, \dots, 4, \quad (6)$$

где $F_{1(\max)}^1$ – наибольшее значение минимизируемой функции $F_1^1(t)$, $t \in T$ на множестве допустимых альтернатив T , $F_{1(\min)}^l$, $l=2, \dots, 4$ – наименьшее значение

максимизируемых функций $F_1^2(t)$, $F_1^3(t)$ и $F_1^4(t)$, $t \in T$, F_1^{10} , F_1^{20} , F_1^{30} , F_1^{40} – оптимальные значения функций цели соответственно $F_1^1(t)$, $F_1^2(t)$, $F_1^3(t)$ и $F_1^4(t)$, $t \in T$. Значения $\omega_1^i(t)$, $i=1, \dots, 4$, $t \in T$ лежат в пределах от 0 до 1.

Необходимо найти такую компромиссную альтернативу $t \in T$, которая может не являться оптимальной ни для одной функции цели $F_1^i(t)$, $i=1, \dots, 4$, но оказываться приемлемой для интегрального критерия $F_1(t)$.

Для выбора единственного решения в задаче принятия сложного решения требуется задать весовые коэффициенты ρ_i , $i=1, \dots, 4$, удовлетворяющие соотношению (4) и отражающие относительную важность функций цели $F_1^1(t)$, $F_1^2(t)$, $F_1^3(t)$ и $F_1^4(t)$, $t \in T$. Наиболее эффективными подходами к определению этого предпочтения являются методы ранжирования и приписывания баллов [5] (последний применен в данной работе). Остановимся подробнее на составляющих интегрального критерия F_1 .

Экономический критерий. При формировании базы знаний о методах очистки реализация каждой стадии оценена по величине приведенных затрат. Данный критерий не дает точной величины затрат, так как на данном этапе проектирования имеется лишь информация о стадиях очистки, на основании которой с помощью экспертных оценок можно приблизительно оценить стоимость реализации той или иной схемы очистки. Составляющие критерия F_1^1 для реализации процессов очистки от j -й примеси имеют вид:

$$F_{1j}^1 = \sum_{i=1}^{Nt'_j} S_{jik}(q_j) + \sum_{i=1}^{Nt'_j} S'_{jik}(q_j, m'_{jik}, t'_{jik}), \quad k \in K, \quad j \in A, \quad (7)$$

где $S_{jik}(q_j)$ – капитальные затраты (стоимость основного и вспомогательного оборудования), необходимые для реализации процессов очистки от j -й примеси на i -й стадии очистки с использованием k -го вида очистного оборудования; A – множество вредных примесей; K – множество видов очистного оборудования; Nt'_j – число стадий для очистки от j -й примеси; $S'_{jik}(q_j, m'_{jik}, t'_{jik})$ – эксплуатационные затраты на проведение процессов очистки от j -й примеси на i -й стадии очистки с использованием k -го вида очистного оборудования, в том числе и стоимость расходуемых материалов (сорбентов, электроэнергии и т.п.); q_j – средний массовый расход j -й примеси; m'_{jik} – расходная норма материалов, необходимых для проведения процессов очистки от j -й примеси на i -й стадии очистки с использованием k -го вида очистного оборудования; t'_{jik} – среднее время проведения процесса очистки от j -й примеси на i -й стадии очистки с использованием k -го вида очистного оборудования.

Следует отметить, что многие вредные ингредиенты, присутствующие в газовых выбросах промышленных производств, могут быть извлечены с помощью одних и тех же технологических процессов с использованием одинаковых расходных материалов. Так, в табл. 1 приведен фрагмент базы знаний об абсорбен-

тах, используемых для газоочистки. В качестве примера жирным шрифтом выделены абсорбенты Na_2CO_3 и NaOH , которые используются для извлечения из воздуха многих вредных веществ.

Критерий надежности оборудования для реализации совокупности процессов очистки. При решении данной задачи показатель надежности определяется как свойство оборудования выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического применения, технического обслуживания и ремонтов. Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения оборудования и условий его эксплуатации может включать безотказность, ремонтпригодность и сохраняемость в отдельности или определенное сочетание этих свойств как для оборудования в целом, так и для его частей.

Таблица 1

Фрагмент базы знаний об абсорбентах, используемых для очистки газовых выбросов

№ п/п	Вредные ингредиенты	Абсорбенты
1	Оксиды азота N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5	Вода, водные растворы и суспензии: NaOH , Na₂CO₃ , NaHCO_3 , KOH , K_2CO_3 , KHCO_3 , Ca(OH)_2 , CaCO_3 , Mg(OH)_2 , MgCO_3 , Ba(OH)_2 , BaCO_3 , NH_4HCO_3
2	Оксид азота NO	Растворы: FeCl_2 , FeSO_4 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, NaHCO_3 , Na_2SO_3 , NaHSO_3
3	Диоксид серы SO_2	Вода, водные растворы: Na_2SO_3 (18-25 %-ные), NH_4OH (5-15%-ные), Ca(OH)_2 , Na₂CO₃ (15-20 %-ные), NaOH (15-20 %-ные), KOH , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ (15-20 %-ные), ZnSO_3 , K_2CO_3 ; суспензии CaO , MgO , CaCO_3 , ZnO , золы; ксилидин – вода в соотношении 1:1, диметиланилин $\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2$
4	Сероводород H_2S	Водный раствор $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_3\text{AsO}_4$ (Na_2HAsO_3); водный раствор As_2O_3 (8-10 г/л) + NH_3 (1.2–1.5 г/л) + $(\text{NH}_4)_3\text{AsO}_3$ (3.5–6 г/л); моноэтаноламин (10-15%-ый раствор); K_3PO_4 (40-50%-ые), NH_4OH , K_2CO_3 , Na₂CO₃ , CaCN_2 , натриевая соль антрахинондисульфокислоты
5	Оксид углерода CO	Жидкий азот; медно-аммиачные растворы $[\text{Cu}(\text{CH}_3)]_n \times \text{COCH}$
6	Диоксид углерода CO_2	Водные растворы: Na_2CO_3 , K_2CO_3 , NaOH , KOH , Ca(OH)_2 , NH_4OH , этаноламины RNH_2 , R_2NH
7	Хлор Cl_2	Растворы: NaOH , KOH , Ca(OH)_2 , Na₂CO₃ , K_2CO_3 , MgCO_3 , CaCO_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; тетрахлоридметан CCl_4
8	Хлористый водород HCl	Вода, растворы: NaOH , KOH , Ca(OH)_2 , Na₂CO₃ , K_2CO_3
9	Соединения фтора HF , SiF_4	Вода, растворы: Na₂CO₃ , NaOH , Ca(OH)_2
...

$$F_{1j}^2 = \max_T \prod_{i=1}^{Nt'_j} Pt_{jki}, \quad k \in K, \quad j \in A, \quad (8)$$

где Pt_{jki} – вероятность безотказной работы k -го вида оборудования на i -й стадии очистки j -й вредной примеси. Данные о показателях надежности для отдельных видов газоочистного оборудования приведены в табл. 2.

Критерий технологичности совокупности процессов очистки. Технологичностью процесса называется удобство и легкость его осуществления, позволяющие выполнить процесс, обеспечивающий получение заданных результатов, с наименьшими затратами живого и овеществленного труда.

$$F_{1j}^3 = \max_T \prod_{i=1}^{Nt'_j} Te_{jki}, \quad k \in K, \quad j \in A, \quad (9)$$

где Te_{jki} – технологичность j -го процесса очистки с учетом: технологического процесса и оборудования с соответствующими расходными материалами. Данные о показателях технологичности проведения отдельных процессов газоочистки приведены в табл. 2.

Критерий безопасности совокупности процессов очистки газовых выбросов промышленных производств. В данной работе в качестве меры безопасности проведения технологических процессов очистки принимается вероятность возникновения пожара (взрыва). Этот показатель в проектируемых объектах определяют на основе показателей надежности элементов объекта, позволяющих рассчитывать вероятность производственного оборудования, систем контроля и управления, а также других устройств, составляющих объект, которые приводят к реализации различных пожаровзрывоопасных событий [6]

$$F_{1j}^4 = \max_T \prod_{i=1}^{Nt'_j} (1 - Pb_{jki}), \quad k \in K, \quad j \in A, \quad (10)$$

где Pb_{jki} – статистическая вероятность возникновения пожара (взрыва) k -го вида оборудования на i -й стадии очистки j -й вредной примеси. Данные о вероятности возникновения пожара (взрыва) при проведении процессов газоочистки для отдельных видов оборудования приведены в табл. 2.

Используя опыт, накопленный при проектировании процессов очистки [7, 8], в виде базы данных (знаний) и задав цель, например, качество очищенного воздуха (воды) в соответствии с принятыми нормами, при помощи механизма принятия решения можно найти сочетание стадий очистки, обеспечивающих достижение этой цели. Фрагмент примерной базы данных о процессах очистки газовых выбросов приведен в табл. 2.

В базе знаний собраны правила, эмпирические знания и общие данные, которыми обладают специалисты. Правила построены по типу “если...(посылка), то... (заключение)”. Комбинируя несколько элементарных операций, обладающих разной эффективностью очистки, формируется целостная система. Прежде всего, выбираются осуществимые варианты структуры системы, используя информацию о степени загрязнения воздуха (воды), поступающего на каждую из технологических стадий, и о сочленяемых стадиях. Затем выбирается оптимальная система очистки на основе оценок по затратам с учетом критериев надежности, технологичности и безопасности.

Фрагмент базы данных о процессах очистки воздуха от вредных примесей

Вредный компонент *	Код стадии	Стадия	Предшествующая стадия	Степень очистки**	Надежность оборудования (0 – 1.0)	Технологичность (0 – 10)	Пожаровзрывоопасность (0 – 1)
Диоксид азота NO ₂ (2 мг/м ³)	1.1.1	Конденсация в прямоточном холодильнике			0.80	6.2	4.0 × 10 ⁻⁴
	1.1.2	Абсорбция в насадочной колонне раствором NaOH	1.1.1	85	0.85	7.4	3.5 × 10 ⁻⁴
	1.2.1	Абсорбция в насадочной колонне раствором CaCO ₃	1.1.1	94	0.87	7.0	2.6 × 10 ⁻⁴
Хлороводород HCl (5 мг/м ³)	2.1.1	Конденсация в прямоточном холодильнике			0.80	6.2	4.0 × 10 ⁻⁴
	2.1.2	Абсорбция в насадочной колонне раствором NaOH	2.1.1	95	0.87	7.4	3.2 × 10 ⁻⁴
	2.2.1	Абсорбция в насадочной колонне водой	2.1.1	95	0.95	8.3	2.2 × 10 ⁻⁴
Диоксид серы SO ₂ (10 мг/м ³)	3.1.1	Конденсация в прямоточном холодильнике			0.80	6.2	4.0 × 10 ⁻⁴
	3.1.2	Абсорбция в насадочной колонне раствором NaOH	3.1.1	96	0.85	7.4	4.5 × 10 ⁻⁴
	4.1.1	Абсорбция водным раствором (Na ₂ CO ₃ + Na ₂ AsO ₄)		99.5	0.75	7.0	7.6 × 10 ⁻⁴
Сероводород H ₂ S (10 мг/м ³)	4.2.1	Абсорбция (10...15) %-ным раствором моноэтаноламина		98	0.80	6.5	8.5 × 10 ⁻⁴
	4.3.1	Абсорбция (30...50) %-ным раствором метилдиэтанолламина		99	0.80	6.0	6.7 × 10 ⁻⁴
	4.4.	Адсорбция углем		99	0.70	5.6	8.0 × 10 ⁻⁴
	4.5.1	Хемосорбция Fe ₂ O ₃		99.9	0.75	5.8	7.3 × 10 ⁻⁴

* В скобках указана предельно допустимая концентрация.

** Степень очистки $\frac{(C_{вх} - C_{вых})}{C_{вх}} \cdot 100\%$.

Формирование множества допустимых вариантов технологических схем очистки осуществляется с использованием эвристического алгоритма. Сначала выражаем в форме правил связь между технологическими стадиями, способными обеспечить намеченные параметры чистоты воздуха (воды), связь между показателями чистоты воздуха (воды) на входе и выходе из основного оборудования стадии, связь выбранной стадии с предшествующей ей стадией и другие аналогичные зависимости.

Используя эти правила, можно выбрать из базы данных (см. табл. 2) технологические стадии, способные обеспечивать целевую чистоту воздуха (воды), в направлении от начала, помещая после каждой стадией сочетаемую с ней операцию вплоть до самого конца, и составлять варианты СТС процессов очистки. В результате выполнения выше перечисленных действий по формированию СТС для всех примесей множества A получим множество возможных вариантов T . При этом каждая из схем способна обезвредить некоторое подмножество вредных примесей $A^l \supseteq A$.

Далее для определения СТС системы очистки из множества T нужно выбрать такую комбинацию t_{opt} , состоящую из минимального числа схем, для которых значение критерия F_1 минимально. В идеальном случае это может быть единственная схема, на которой можно извлечь, например, из отходящих газов весь перечень вредных ингредиентов. Так как размерность множества комбинаций не превышает 10^4 , то учитывая быстроедействие современных ПЭВМ, решение сводится к последовательному перебору всех возможных комбинаций схем.

Таким образом, в результате работы системы формируется перечень мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия промышленных предприятий на окружающую среду, который используется экспертами при оценке целесообразности и ориентировочной величины затрат на природоохранные мероприятия, предлагаемые природопользователями на экспертизу.

К настоящему времени с помощью подсистемы обработки данных государственной экологической экспертизы промышленных предприятий проведена экспертиза более 80-ти промышленных объектов.

Список литературы

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.02.
2. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов. Основы теории. – М.: Наука, 1990. – 227 с.
3. Ефименко С.П., Шахпазов Е.Х., Рожков И.М., Каширин Б.Л. Интегральные показатели качества металлургических технологий // Известия вузов. Черная металлургия. – 1993. – № 7. – С. 68 – 72.
4. Многовариантный типологический подход в задачах обучения и обработки данных / Фетинина Е.П., Кораблина Т.В., Криволапова Л.И. и др. // Известия вузов. Черная металлургия. – 2000. – № 4. – С. 57. – 60.
5. Михалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М.: Наука, 1982. – 286 с.
6. ГОСТ 12.1.004–91 Пожарная безопасность.
7. Оценка эффективности природоохранных мероприятий на химических предприятиях / Малыгин Е.Н., Немтинов В.А., Мокрозуб В.Г. и др. // Химическая промышленность. – 1989. – № 12. – С. 943 – 944.
8. Малыгин Е.Н., Немтинов В.А., Егоров С.Я. Автоматизированный синтез сооружений биохимической очистки сточных вод // Теоретические основы химической технологии. – 2002. – № 2. – С. 185 – 193.

Application of Information Systems when Implementing Ecological Expertise

E.N. Malygin, V.A. Nemtinov, D.V. Sarychev, Yu.V. Nemtinova

Department "Flexible Automated Production Systems", TSTU

Key words and phrases: expert system; gas emissions and sewage purification; state ecological expertise.

Abstract: Questions of automated environmental activities planning when implementing ecological expertise of industrial enterprises are considered. Problem setting, algorithm of solution and program implementation media are given.

Benutzung der Informationssysteme bei der Durchführung der ökologischen Expertisen

Zusammenfassung: Es sind die Fragen der automatisierten Formierung der naturschützenden Maßnahmen bei der Durchführung der ökologischen Expertise der Industriebetrieben untersucht. Es sind die Aufgabestellung, der Lösungsalgorithmus und die Programmumgebung für ihre Realisierung angeführt.

Utilisation des systèmes d'information dans les expertises écologiques

Résumé: Sont examinés les problèmes de l'automatisation des mesures de la protection de la nature au cours de la réalisation des expertises écologiques par des entreprises industrielles. On donne la formulation du problème, l'algorithme de la solution et le milieu du programme pour sa réalisation.

