

# МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

*Савдур С.Н.*

ассистент кафедры экономико-математического моделирования  
Института управления, экономики и финансов К(П)ФУ, канд. техн. наук,  
Россия, г. Казань

Рассматривается технологический модуль очистки нефтесодержащих стоков. Показана целесообразность использования математического аппарата теории сетей Петри при моделировании и проектировании данного технологического модуля. Построена модель в виде модифицированной сети Петри и на ее основе разработан программный комплекс системы управления очистки углеводородсодержащих стоков.

*Ключевые слова:* сеть Петри, очистка нефтесодержащих сточных вод.

Непрерывный рост нефтедобычи и потребление нефтепродуктов влечет значительное увеличение объемов нефтесодержащих сточных вод (НСВ), эффективная очистка которых является необходимым условием сохранения окружающей среды. Современные очистные сооружения крупных нефтехимических предприятий характеризуются сложной многоуровневой структурой, поэтому могут рассматриваться как сложные кибернетические системы. Эффективность функционирования таких систем можно обеспечить с помощью современных методов обработки информации, применяя методы системного анализа сложных объектов на основе математического описания технологического процесса [2, с. 252].

Применение методов системного анализа определяет процедуру разработки системы управления установки очистки сточных вод нефтехимического производства, которая предусматривает составление математической модели на основе сетей Петри, что обеспечивает управление потоками в установке. Технологическая схема установки очистки нефтесодержащих сточных вод представлена на рисунке [3, с. 382].

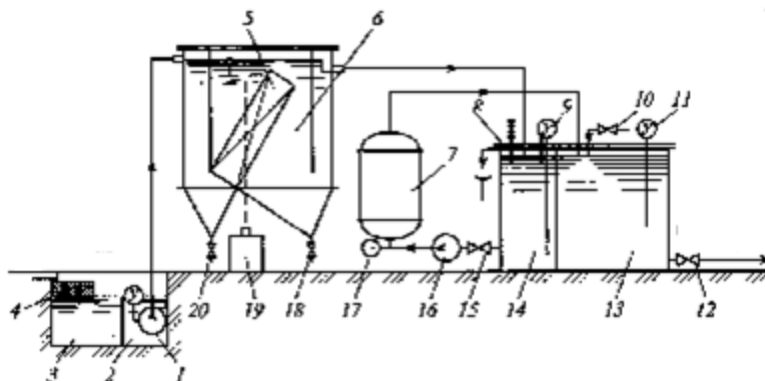


Рис. 1. Технологическая схема установки для очистки нефтесодержащих сточных вод

На рисунке 1 изображены: 1 – насос подачи сточной воды; 2 – промежуточный сборник (секция для сбора грязной воды); 3 – песколовка (секция прямка для осаждения песка); 4 – ловушка грубых механических включе-

ний; 5 – тонкослойный блок; 6 – отстойник; 7 – фильтр с зернистой (угольной) загрузкой; 8 – дозатор; 9, 11 – электронное реле уровня; 10 – клапан подпитки водопроводной воды; 12 – патрубок подачи очищенной воды; 13 – секция бака для сбора очищенной воды; 14 – секция бака промежуточная; 15 – кран; 16 – насос фильтра; 17 – манометр; 18, 20 – патрубки для слива осадка; 19 – сборник нефтепродуктов.

Технологический процесс очистки сточных вод в установке рационально может быть описан модифицированными сетями Петри. Для описания системы нами предлагается использование N-схем, опирающихся на математический аппарат сетей Петри, одним из достоинств которого является возможность представления сетевой модели как в аналитической форме, с возможностью автоматизации процесса анализа, так и в графической форме с обеспечением наглядности разрабатываемой модели.

При анализе технологических схем следует учитывать основное ограничение формализма N-схем, которое состоит в том, что они не учитывают временные характеристики моделируемых систем, так как время срабатывания перехода считается равным нулю. Учитывая эти условия, нами предложены модифицированные сети Петри (МСП).

Модификация сетей Петри позволяет решать следующие задачи:

- 1) анализ функционирования аппаратов системы в условиях нештатных ситуаций;
- 2) анализа переключения управления на сетевом уровне;
- 3) анализа технологических схем дискретно – непрерывных производств для обеспечения устойчивого, стабильного состояния.

Для управления процессом очистки НСВ разработана математическая модель технологической схемы и ее программная реализация. Математическая модель системы очистки НСВ разработана в виде МСП, реализация которой позволила исследовать системные связи и законы функционирования установки в целом [1, с. 231]. Построены также модели основных аппаратов, реализующих технологический процесс очистки НСВ. Из СП – моделей типовых аппаратов была синтезирована модель всей установки.

С использованием СП-модели нами разработан программный комплекс системы технологического модуля очистки НСВ, имитирующей функционирование очистки в виртуальном времени. Средствами SCADA-технологии TRACE MODE разработан программный комплекс системы управления технологическим процессом очистки НСВ. Существенной особенностью разработанного программного комплекса системы управления технологическим процессом является его способность адаптироваться к технологическому модулю очистки НСВ любой мощности, как для установки в рамках отдельной бензоколонки (танкера), так и системы водоочистки крупных производств нефтехимии [4, с. 67].

Система управления технологическим процессом позволяет выполнять диспетчерский контроль основных элементов системы управления, останавливать систему очистки НСВ и анализировать ее состояние как в целом, так и в целях прогнозирования развития нештатных ситуаций

## Выводы

1. Предложено использовать модификацию сетей Петри, ориентированную на моделирование и анализ дискретно-непрерывных систем, путем включения приоритетных переходов, времени задержки меток в позициях и переходах.

2. Построена математическая модель функционирования системы очистки нефтесодержащих сточных вод, реализованная в виде модифицированной сети Петри, позволяющая исследовать системные связи и законы функционирования установки в целом.

3. Разработан программный комплекс системы очистки сточных вод, позволяющий анализировать состояния системы очистки в целом и прогнозировать развитие внештатных ситуаций.

## Список литературы

1. Азимов Ю.И. Технологический модуль очистки нефтесодержащих сточных вод / Ю.И. Азимов, С. Н. Савдур // Известия КазГАСУ. – 2009. – № 2 (12). – С. 227 – 232.

2. Кафаров В.В. Гибкие производственные автоматизированные системы химической промышленности / В.В. Кафаров // Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. – 1987. – Т. 32, № 3. – С. 252 – 258.

3. Калытин В.Г. Промышленная экология: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.Г. Калытин. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 382 с.

4. Морозов Н.В., Савдур С.Н. Системный подход в управляемой очистке и доочистке нефтесодержащих сточных вод с элементами математического моделирования процесса / Н.В. Морозов, С.Н. Савдур // Материалы ежегодной научно-практической конференции «Инновации РАН – 2010». – Казань, 2010. – С. 65 – 68.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕКРЕСТНЫХ НАВОДОК В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ КАБЕЛЬНОМ КАНАЛЕ

*Сидорова А.С., Балашова Т.В.*

бакалавры по направлению прикладная информатика,  
Финансово-технологическая академия,  
Россия, г. Королёв

В статье рассмотрены вопросы, связанные с оценкой перекрестных наводок канала структурированной кабельной сети (СКС) категории 6. Получены экспериментальные зависимости перекрестных наводок на ближнем и дальнем конце структурированного кабельного канала категории 6.

*Ключевые слова:* структурированная кабельная сеть, тестирование, кабель категории 6.

В настоящее время все более широкое распространение в различных информационных системах находит технология Gigabit Ethernet (GigE) [1–3]. Она прочно заняла свое место при использовании передачи данных во время испытаний ракетно-космической техники [14, 15], систем ближней радиолокации [5, 8, 9, 13], различных систем передачи информации [4, 6, 7, 10].