

- Applications based on the MPEG-2 Transport Stream».
8. ITU-T Recommendation H.610 (07/2003): «Full service VDSL – System architecture and customer premises equipment».
  9. IETF RFC 3550: «RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications», 2003.
  10. MacAulay A., Felts B., Fisher Y. White Paper – IP Streaming of MPEG-4: Native RTP vs MPEG-2 Transport Stream, 2005. – P. 1-12.
  11. IETF RFC 2250: «RTP Payload Format for MPEG-1/MPEG-2 Video», 1998.
  12. IETF RFC 3984: «RTP Payload Format for H.264 Video», 2005.
  13. Карякин В.Л., Карякин Д.В., Косенко С.Г. – Разработка модели мониторинга IPTV мультисервисной сети передачи данных // ИКТ. Т.10, №1, 2012. – С. 36-40.
  14. Wireshark. URL: <http://www.wireshark.org> – 01.05.2012.

## ANALYSIS OF PROCESSES ENCAPSULATION AND DECAPSULATION VIDEO STREAMS IN IPTV NETWORKS FOR THE MONITORING SYSTEM

Karjakin V.L., Karjakin D.V., Kosenko S.G.

**The research of existing methods of encapsulation and decapsulation video streams in IP-based networks. Description OSI model of IPTV systems. Recommendations are given for assessment of resource equipment and efficient use available bandwidth in IPTV networks.**

***Keywords:** IPTV technology of broadcasting, structure of video streams MPEG-2 and MPEG-4, encapsulation and decapsulation streams, monitoring system.*

Карякин Владимир Леонидович, д.т.н., профессор Кафедры «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» (РРТВ) Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). Тел. 8-927-600-28-94. E-mail: [karyakin@psati.ru](mailto:karyakin@psati.ru)

Карякин Дмитрий Владимирович, к.т.н., системный инженер ООО «Инлайн Технолоджис» (г. Москва). Тел. 8-926-066-08-00. E-mail: [dm@karyakin.ru](mailto:dm@karyakin.ru)

Косенко Сергей Геннадьевич, аспирант Кафедры РРТВ ПГУТИ. Тел. 8-917-118-41-11. E-mail: [ks@psati.ru](mailto:ks@psati.ru)

## НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.365.55: 681.325.5: 681.5.08: 681.1: 681.7

### КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДОВ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ В СВЧ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ НА ОСНОВЕ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Морозов О.Г., Самигуллин Р.Р.*

В работе представлены методы и средства модернизации технологических СВЧ установок обработки сложных углеводородов и их производных, основанные на использовании оптоэлектронных информационных технологий в каналах мониторинга и предназначенные для решения задач контроля завершенности процессов СВЧ обработки по заданным критериям качества.

***Ключевые слова:*** контроль качества, полимеры, композиты, технологический процесс, СВЧ обработка, мониторинг, радиочастотные резонансные методы, оптоэлектронные информационные технологии.

#### **Введение**

В технологических установках, реализующих процессы обработки различных сред и материа-

лов, можно обобщенно выделить два основных канала: канал воздействия и канал мониторинга. В первом организуется какое-либо целенаправленное воздействие – физическое или химическое (нередко комплексное, физико-химическое) – на обрабатываемую среду или материал, а во втором осуществляется последующее прямое или косвенное измерение (контроль) их характеристик и свойств, получаемых в процессе обработки, сравнение их с заданными и выработка управляющего воздействия для фиксации или модификации параметров воздействия.

При обработке углеводородов (водонефтяные эмульсии, нефти, битумы) и их жидких (бензины и масловодяные эмульсии) и твердых (полимеры и полиэферы) производных наиболее эффектив-

ным физическим воздействием по сравнению с другими является воздействие излучением электромагнитного поля (ЭМП) СВЧ диапазона [1-2]. В зависимости от режимов СВЧ воздействия на углеводородные системы можно выделить реализацию таких технологий обработки, как

- сепарация (деэмульсификация) [3-5] (длительность воздействия непродолжительная 15-30 мин., интенсивность воздействия – малая или средняя) и дистилляция (обезвоживание) [6] (длительность – продолжительная 30-60 мин., интенсивность – высокая) применительно к жидким гетерогенам;

- деполимеризация [7-8] (воздействие продолжительное по времени, по интенсивности – среднее или высокое) жидких и твердых полимеров; полимеризация термопластичных и терморезактивных композитов [17-18] (СВЧ воздействия разного уровня интенсивности и различной длительности).

Здесь и далее под малой, средней и высокой интенсивностью воздействия понимается интегральное распределение выходной мощности магнетрона по времени в нагрузке, в процентах, то есть малая: от 1% до 32%; средняя: 33... 62%, высокая: 63... 100%.

Как показывают результаты исследований, в силу ряда принципиальных эффектов воздействия ЭМП СВЧ диапазона на различные материалы, в том числе на те, из которых изготавливаются датчики, контактные методы измерения характеристик, приобретаемых обрабатываемой средой в ходе обработки, либо сложны в реализации, либо физически не реализуемы. Наиболее предпочтительным для построения канала измерения и регистрации в СВЧ технологических установках являются дистанционные бесконтактные методы, в том числе основанные на применении оптоэлектронных информационных технологий (ОИТ). ОИТ включают в себя компьютерные технологии обработки информации, полученной с помощью оптических, лазерных, оптоволоконных методов и средств измерений и зарегистрированной с помощью технологий оптоэлектронных преобразований.

В частности, в ходе обработки жидких гетерогенных углеводородных и углеводородосодержащих сред для контроля качества сепарации и дистилляции применяются системы технического зрения (СТЗ), лазерной турбидометрии и нефелометрии, основанные на методах анализа 2D, 3D и многокурсовых изображений. Для контроля качества полимеризации и деполимеризации кроме указанных выше СТЗ и классических ра-

диочастотных методов применимы радиочастотные методы контроля свойств обрабатываемых материалов, построенные на основе решеток Брэгга в коаксиальном кабеле, полученных путем трансферта волоконнооптических технологий на физический уровень радиодиапазона ЭМВ.

В статье рассматриваются вопросы методического обеспечения СВЧ обработки сложных углеводородов и их производных, предназначенного для решения задач контроля завершенности ее процессов по заданным критериям качества и основанного на использовании оптоэлектронных информационных технологий в каналах мониторинга.

### Постановка и решение задачи

Анализ общих вопросов применения СВЧ воздействий на различные среды и материалы достаточно полно приведен в [1-2]. Технологические процессы СВЧ обработки сложных углеводородов и их производных в каналах воздействия и применение ОИТ в каналах мониторинга представлены в [5-6; 9-12]. Однако задачи контроля завершенности указанных процессов по заданным критериям качества в данных работах не ставились.

Постановка задачи. Исходный объект (материал, среда и т.д.) характеризуется некоторым вектором показателей  $W_{вх}$ , в состав которых включаются как качественные (влажность, биологические свойства, температура и т.д.), так и количественные (масса, объем) показатели. Воздействующее ЭМП характеризуется вектором показателей  $V$ , описывающим, в общем случае частоту, интенсивность, поляризацию, закон модуляции, длительность воздействия и т.д.

В результате воздействия электромагнитной энергии обрабатываемый объект приобретает новую совокупность свойств, описываемую вектором показателей  $W_{вых}$  (состав и номенклатура составляющих  $W_{вых}$  не обязательно соответствует компонентам  $W_{вх}$  и может отличаться от последних как по составу, так и по физическому смыслу).

Результат микроволновой обработки определяется операторным преобразованием  $\mathfrak{R}_{ун}$  как

$$W_{вых} = \mathfrak{R}_{ун}(W_{вх}, V) \quad (1)$$

и зависит от свойств исходного объекта и параметров, характеризующих электромагнитное воздействие.

Качество микроволнового процесса может быть оценено путем сравнения  $W_{вых}$  с заданным

набором выходных свойств  $W_{\text{вых.зад}}$ , а необходимые воздействия определяются как значения вектора воздействий, обеспечивающие минимальное отличие выходных свойств от заданных,

$$\|W_{\text{ВЫХ}} - W_{\text{ВЫХ.ЗАД}}\| \rightarrow \min_{V \in \Omega_v} \quad (2)$$

при условии принадлежности управляющих воздействий  $V$  некоторому множеству допустимых значений  $\Omega_v$ . В более общем случае следует считать, что качество технологического процесса микроволновой обработки может быть описано некоторым технико-экономическим векторным критерием  $Q(W_{\text{ВХ}}, W_{\text{ВЫХ}}, V)$ , учитывающим различные требования к исходному и выходному продуктам, а также параметрам управляющих воздействий. В общем случае управляющие параметры такого процесса должны быть выбраны исходя из условий экстремума указанного критерия при допустимых воздействиях

$$Q(W_{\text{ВХ}}, W_{\text{ВЫХ}}, V) \rightarrow \max(\min)_{V \in \Omega_v} \quad (3)$$

Реальное осуществление процесса, включая выбор его параметров согласно критериям (1)-(2), представляет собой нетривиальную задачу и в постановочном решении будет рассматриваться в последующем.

**Сепарация.** Метод СВЧ сепарации водонефтяных (ВНЭ) и масловодяных эмульсий [3-4] обладает высокой оперативностью (до 5-15 мин. на сепарацию представительной пробы в 0,5-1 л) и обеспечивает сепарацию проб различной обводненности (от 1% до 99%). При использовании высокоточных СТЗ для определения высоты столба разделенных в ходе сепарации компонент ВНЭ по изображению мерной емкости относительная погрешность измерений может достигать долей процента.

В [11] представлен анализ основных погрешностей СТЗ для случаев «идеальной» и «неидеальной» сепарации пробы ВНЭ, отличающихся четкой границей раздела «нефть-вода» и наличием межфазного слоя (равномерного – см. рис. 1а и неравномерного – см. рис. 1б), свидетельствующего о незавершенности технологического процесса и невыполнении условий (2)-(3).

Поиск управляющих воздействий в соответствии с (3) может быть осуществлен с использованием ОИТ. На первой стадии проводится анализ изображения межфазного слоя по соответствующему ему видеосигналу (A2-A3 на рис. 1в). Видно, что протяженность межфазного слоя просепарированной пробы ВНЭ зависит от его обводнен-

ности. Чем больше нефти в межфазном слое, тем продолжительнее и полнее зона межфазного слоя. Чем меньше нефти в межфазном слое, тем зона межфазного слоя короче и круче (граница раздела компонент ВНЭ при различном качестве сепарации: «идеальная» сепарация показана пунктирной линией на рис. 1в; штрих-пунктирная линия соответствует случаю, представленному на рис. 1а; сплошная линия соответствует случаю, представленному на рис. 1б).

В зависимости от случайного характера проявления факторов, влияющих на характер границ раздела сред, возможны различные ситуации, но в общем случае обводненность межфазного слоя зарегистрирована как функция изменения интенсивности света по высоте межфазного слоя и определяется по закону Бугера-Ламберта-Бера. На рис. 2а-г представлены зависимости коэффициента пропускания света от концентрации нефти в бензине.

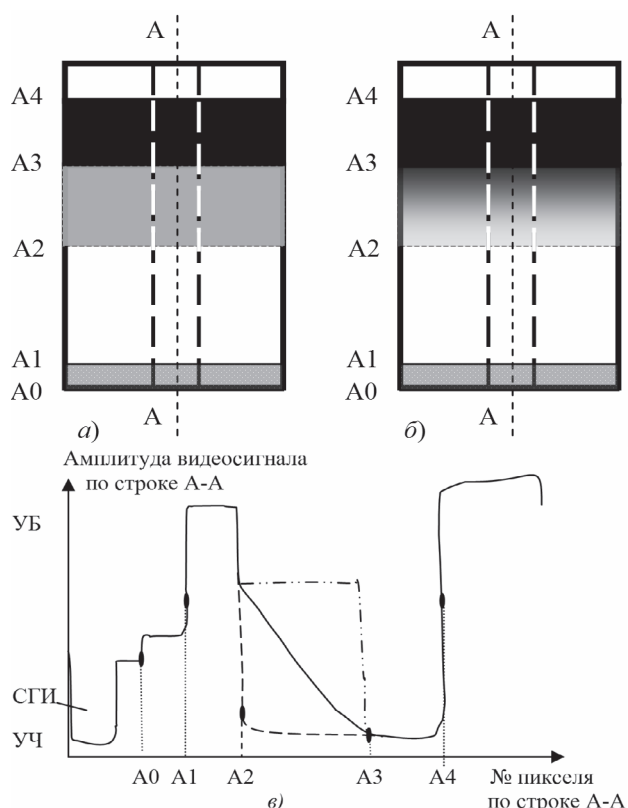


Рис. 1. Границы компонент ВНЭ в случае «неидеальной равномерной (а) и неравномерной (б) сепарации и соответствующие им формы видеосигнала (в)

Для моделирования была выбрана эмульсия «нефть в бензине», поскольку указанная эмульсия более устойчива, чем ВНЭ. При этом оптические свойства бензина и воды близки, как показано на рис. 2а-б. Исходя из анализа

высоты и функции обводненности межфазного слоя ВНЭ можно сделать вывод о степени завершенности процесса ее сепарации на компоненты, то есть о качестве процесса СВЧ обработки (2), и определить модификацию параметров воздействия V (3). Кроме того, была проанализирована зависимость скорости уменьшения высоты межфазного слоя от высоты дисперсной фазы воды (ДФВ), являющейся «идеальной» нагрузкой для СВЧ излучения. Определенная высота ДФВ необходима для согласования СВЧ генератора и ВНЭ, при ее превышении ДФВ может быть слита в другую мерную емкость, не подверженную воздействию микроволнового поля. В этом случае скорость сепарации межфазного слоя увеличивается на 30-40%, а время, необходимое для полной сепарации, уменьшается на 10-15%.

Прецизионный анализ завершенности процесса СВЧ сепарации ВНЭ и оценки достижения требуемого качества может быть проведен при измерении концентрации нефти в отделенной воде. В этом случае могут быть использованы ОИТ, основанные на методах лазерной нефелометрии и регистрирующих многокурсовых СТЗ или многоугловых детекторов [13].

Дистилляция. Для дистилляции ВНЭ [6; 14] канал воздействия в установке СВЧ обработки реализован на основе источника СВЧ излучения и модернизированного прибора Дино-Старка для азеотропной дистилляции [15], канал мониторинга построен на базе метода видеоизмерений [3]. Там же (см. [6; 14]) уточняется, что приведенная структура построения позволит объединить в себе следующие достоинства: эффективная дистилляция по показателю «энергия-время» по сравнению с традиционной; высокоточный канал количественного анализа; экологическая чистота. В то же время, в отличие от реализованного в сепарационном устройстве для обеспечения точности анализа визуальной информации метода видеоизмерений, необходимы специальные методы обработки полутоновых и слабоконтрастных изображений [11]. Это усложняет структуру построения канала мониторинга и входящих в него вычислительных средств ОИТ, увеличивает необходимое время анализа. В качестве примера на рис. 3 приведены фотографии мерной емкости с собранной в ней водой, полученной при разной длительности процесса дистилляции ВНЭ.

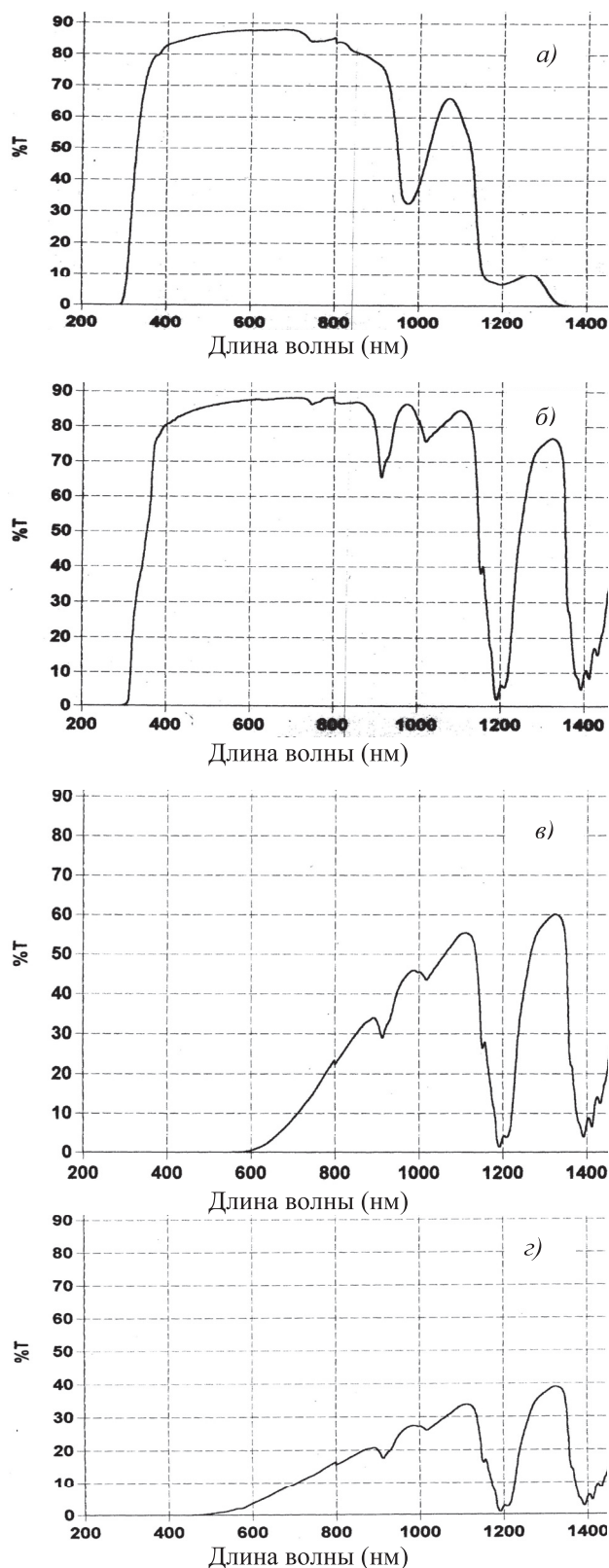


Рис. 2. Спектральные зависимости коэффициента пропускания растворов: а – чистой воды; б – бензина; в – нефти в бензине (50 мг/л); г – нефти в бензине (100 мг/л)

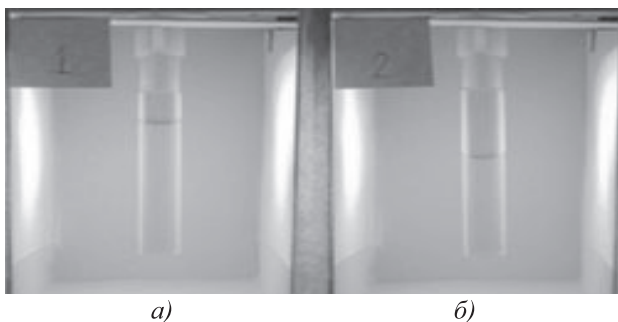


Рис. 3. Мерная емкость с выделившейся ДФВ в процессе дистилляции

В процессе дистилляции, с точки зрения задачи оценки завершенности процесса и качества СВЧ обработки, может служить обесцвечивание осушенного растворителя – обычно бензин Калоша, формируемого на границе «вода-воздух». Для этого при обработке сигнала с камеры СТЗ решается задача изменения цвета и решается колориметрическое уравнение, которое для равно-сигнального белого цвета записывается как

$$E_Y = 0,3E_R + 0,59E_G + 0,11E_B, \quad (4)$$

где  $R$ ;  $G$ ;  $B$  – соответственно, красная, зеленая и синяя компоненты цвета.

Полимеризация и деполимеризация. В процессах деполимеризации (гликолиза) в задаче завершенности процесса однозначного ответа нет, так как там дискретная фаза (ДФ) одной среды находится внутри ДФ другой среды (см. рис. 4).

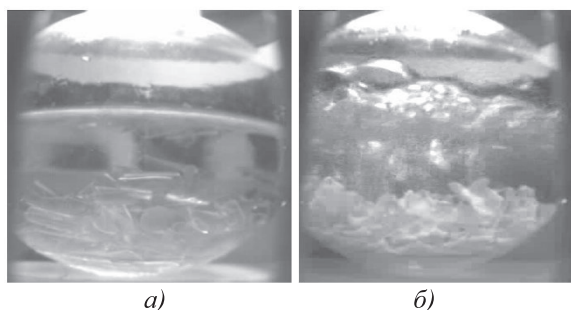


Рис. 4. Различные стадии химической реакции гликолиза

Тем более реакции с образования ДФ расщепления олигоэфира (ПЭТФ) протекают интенсивно, с постоянным выделением и перемешиванием образовавшихся частиц (рис. 4б).

В этом случае в качестве алгоритма при применении ОИТ может быть использован вариант определения наличия пузырькового кипения при решении уравнения корреляции сигнала двух соседних строк развертки для оценки коэффициентов попарной корреляции  $r_{ij}$

$$r_{ij} = \frac{Kz_i z_j - m_i m_j}{\sqrt{\sigma_i^2 \sigma_j^2}}, \quad (5)$$

где  $i$ ;  $j$  – номера строк;  $Kz_i z_j$  – оценки корреляционного момента;  $m$  и  $\sigma$  – оценки средних и дисперсий. Однако наиболее рациональным и перспективным, особенно в процессах СВЧ полимеризации, является применение радиочастотных методов контроля изменения диэлектрических свойств обрабатываемых материалов.

В работе [16], которая посвящена трансферту волоконно-оптических технологий мониторинга в область мониторинга радиочастотных резонансных датчиков, предлагается использовать в качестве измерительного преобразователя решетку Брэгга на коаксиальном кабеле, позволяющую обеспечивать контроль диэлектрической проницаемости термопластичных и термореактивных полимеров.

По изменению диэлектрической проницаемости судят о стадии процессов полимеризации и деполимеризации, их завершенности и качестве СВЧ обработки. В случае использования фторопластового коаксиального кабеля возможно измерение температур в процессе деполимеризации термопластов, а диапазон измеряемых температур достигает 250 °С.

## Заключение

Показаны возможности и преимущества оптоэлектронных информационных технологий в решении задач оценки завершенности процессов СВЧ обработки и достижения критериев заданного качества. Приведены методы и средства для модернизации СВЧ установок, обеспечивающих технологические процессы обработки тяжелых углеводородов и их производных, на примерах процессов сепарации и дистилляции водонефтяных эмульсий, полимеризации и деполимеризации термореактивных и термопластичных полимеров. Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Государственного контракта № 16.513.11.3114.

## Литература

1. Thuery J. MICROWAVES: Industrial, Scientific and Medical Applications. Artech House Boston London, 1992. 673 p.
2. Низкоинтенсивные СВЧ-технологии (проблемы и реализации). Под ред. Г.А. Морозова, Ю.Е. Седельникова. М.: Радиотехника, 2003. 112 с.

3. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Самигуллин Р.Р. и др. СВЧ-модули контроля обводненности углеводородосодержащих эмульсий // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии (КрыМиКо'2003): Материалы 13-й Международной Крымской микроволновой конференции. Севастополь, 2003. С. 712-713.
4. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Самигуллин Р.Р., Воробьев Н.Г. Оценка метрологических характеристик автоматизированных микроволновых модулей для анализа состава сырой нефти // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. Т. 7, № 1, 2004. С. 76-78.
5. Morozov G.A., Morozov O.G., Samigullin R.R., Galimov R.C., Khaziev D.R. Microwave installation for percent determination of extracted crude oil composition // 44-th Annual Microwave Power Symposium. Denver, Colorado, USA, 2010. P. 137-140.
6. Морозов О.Г., Самигуллин Р.Р., Хазиев Д.Р. Микроволновый анализатор определения фракционного состава сырой нефти // Физика и технические приложения волновых процессов: Тезисы докладов V МНТК. Самара, 2006. С. 241.
7. Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Самигуллин Р.Р. Микроволновые технологии в процессах переработки и утилизации бытовых полимерных отходов // Известия СНЦ РАН. Т. 12 (33), №4 (3), 2010. С. 580-582
8. Morozov G.A., Morozov O.G., Samigullin R.R., Nasibullin A.R. Microwave recycling of pet bottles and its technical realization // 45-th Annual Microwave Power Symposium. New Orleans, Louisiana, USA, 2011. P. 163-166.
9. Фетисов В.С. Фотометрические полевые средства измерений концентрации жидких дисперсных систем. Уфа: Изд. УГАТУ, 2005. 233 с.
10. Анфиногентов В.И., Морозов Г.А., Морозов О.Г., Самигуллин Р.Р. Математическое моделирование процессов воздействия микроволнового ЭМП на диэлектрические структуры в цилиндрических и коаксиальных сепарационных объемах // Физика и технические приложения волновых процессов: Тезисы докладов V МНТК. Самара, 2006. С. 243-246.
11. Аверин Е.А., Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Самигуллин Р.Р. Лабораторные оптоэлектронные средства анализа жидких дисперсных систем // Известия СНЦ РАН. Т. 12 (33), №4 (3), 2010. С. 660-663.
12. Анфиногентов В.И. Математическое моделирование СВЧ нагрева диэлектриков. Казань: Изд. КГТУ, 2006. 140 с.
13. Морозов О.Г., Мягченков А.В., Турпитко В.А. Детектор концентрации нефти в воде // Физика и технические приложения волновых процессов: Тезисы докладов V МНТК. Самара, 2006. С. 267-268.
14. Морозов О.Г., Самигуллин Р.Р., Хазиев Д.Р. Микроволновые сепарационные и дистилляционные датчики обводненности сырой нефти // Современные проблемы радиоэлектроники. Красноярск: СибФУ; Политехнический институт, 2007. 690 с.
15. ГОСТ 2477-65. Нефть и нефтепродукты. Методы определения содержания воды.
16. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Р.Р. Самигуллин Р.Р., Шакиров А.С. Резонансные методы мониторинга технологических процессов отверждения полимеров в функционально адаптивных СВЧ-реакторах // Известия СНЦ РАН. Т. 14. №1 (2), 2012. С. 568-572
17. Калганова С.Г. Нетепловое действие СВЧ электромагнитного поля на диэлектрические объекты // Электротехнологические СВЧ установки. Саратов: Изд. СГТУ, 2000. С. 53-57.
18. Брусенцов В.Е., Калганова С.Г., Архангельский Ю.С. Особенности отверждения эпоксидной смолы при микроволновом воздействии // Функциональные электродинамические системы и устройства низких и сверхвысоких частот. Саратов: Изд. СГТУ, 2001. С.31-33.

## QUALITY CONTROL TREATMENT OF HYDROCARBONS AND THEIR DERIVATIVES IN MICROWAVE TECHNOLOGY FACILITIES-BASED OPTOELECTRONIC INFORMATION TECHNOLOGY

**Morozov O.G., Samigullin R.R.**

**The paper presents the methods and means of upgrading technology microwave systems handle complex hydrocarbons and their derivatives, based on the use of information technology in optoelectronic monitoring channels and designed to meet the challenges of completion of the processes controlling the microwave treatment of specified quality criteria.**

**Keywords:** *quality control, polymers, composites, process technology, the microwave treatment, monitoring, RF resonance methods, optoelectronic information technology.*

Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., заведующий Кафедрой «Телевидение и мультимедийные системы» (ТММС) Казанского национального исследовательского технического университета (КНИТУ) им. А.Н. Туполева. Тел. 8-917-266-3227. E-mail: microoil@mail.ru

Самигуллин Рустем Разяпович, к.т.н., доцент Кафедры ТММС КНИТУ им. А.Н. Туполева. Тел. 8-917-2544469. E-mail: nicpre@list.ru

УДК 004.891

## ПРИНЯТИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ «СИТУАЦИЯ-СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ-ДЕЙСТВИЕ» ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

*Боровский А.С., Тарасов А.Д.*

Рассматривается метод определения необходимых действий при создании и совершенствовании системы физической защиты потенциально опасных объектов. Метод основан на поиске стратегии управления по нечетким ситуационным сетям.

**Ключевые слова:** система физической защиты, нечеткая ситуационная сеть, лингвистическая переменная, нечеткий граф.

### Введение

Проектирование сложных технических систем, таких как системы физической защиты (СФЗ) объектов, это сложный многоуровневый процесс, заключающийся в построении оптимальной системы, способной максимально использовать свои ресурсы. Учитывая степень важности и повсеместное распространение систем физической защиты для охраны различных объектов, необходимо развить относящуюся к ним категорию систем автоматизации проектирования (САПР). Однако до сих пор не создавался инструмент, который не просто моделирует определенные процессы в данной системе, но и проектирует СФЗ на всех ее уровнях.

В настоящее время работы в основном сосредоточены на моделировании уже существующей СФЗ для проверки ее эффективности и устранения ошибок. Один из этапов процесса проектирования предполагает определение необходимых действий, которые могут потребоваться при структурных изменениях объекта, или ухудшении обстановки в регионе, то есть смене модели нарушителя, или при изменении критерия, определяющего необходимый уровень защищенности объектов данной категории [1-2].

Так как вариантов возможных изменений структуры СФЗ может быть очень много, то

сама процедура принятия решений об оптимальности СФЗ может стать трудоемкой и неэффективной. Таким образом, необходимо упростить этап принятия решений для определения действий при будущих изменениях СФЗ. Если требуемый уровень защищенности считать конечной целью предполагаемых действий или конечным состоянием объекта, то начальное состояние объекта – это текущий уровень защиты, который может быть определен экспертами. Соответственно, работу по коррекции состава СФЗ можно определить как процесс перехода между начальным и конечным состояниями. Этот процесс может быть реализован различными способами или путями, среди которых необходимо найти наилучший по каким-либо критериям путь.

В модели комплексной оценки системы защиты информации [3] используется метод, позволяющий оценить степень выполнения требований по защите информации через анализ профиля безопасности. Метод основан на построении матриц оценок в виде набора лингвистических переменных, содержащих ответы экспертов на вопросы о текущем и требуемом уровне защищенности. Далее проводится сравнение требуемого профиля безопасности с имеющимся профилем безопасности. Метод позволяет определить необходимые действия для достижения требуемого уровня защищенности, однако в нем отсутствует определение наилучшего из возможных, например, экономически выгодного пути или последовательности действий приводящей к устранению недостатков. Для определения наилучшего пути можно использовать модель «ситуация – стратегия управления – действие» (С-СУ-Д), осуществляющую поиск стратегии управления по нечетким ситуационным сетям (НСС) [4].