



Студенттер мен жас ғалымдардың  
**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2018»**  
XIII Халықаралық ғылыми конференциясы

### **СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

XIII Международная научная конференция  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2018»**

The XIII International Scientific Conference  
for Students and Young Scientists  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2018»**



12<sup>th</sup> April 2018, Astana

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2018»  
атты XIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2018»**

**PROCEEDINGS  
of the XIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2018»**

**2018 жыл 12 сәуір**

**Астана**

**УДК 378**

**ББК 74.58**

**Ғ 96**

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2018» атты студенттер мен жас ғалымдардың XIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2018» = The XIII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2018». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2018. – 7513 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

**ISBN 978-9965-31-997-6**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-997-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2018

топологические решения для того, чтобы обеспечить требуемый уровень стойкости. Разработка таких решений является весьма трудоемким и дорогостоящим процессом, в связи с чем стоимость микропроцессоров для космических применений составляет десятки тысяч долларов за штуку, что в сотни раз выше коммерческих аналогов. Рассмотрены показатели стойкости к одиночным сбоям, накопленной дозе и эффекту тиристорной защелки. Необходимо отметить, что помимо перечисленных основных эффектов, существуют и другие, например эффекты множественных сбоев, эффект выгорания подзатворного диэлектрика, микродозовый эффект и др., изучение которых ведется достаточно активно, но их влияние начинает ощутимо проявляться только при уменьшении проектных норм от 180 нм. Данное обстоятельство является одной из причин того, что наиболее совершенной технологией, применяемой при проектировании микропроцессоров для космических применений, является технология 0,25 мкм, и ведущие мировые компании только начинают осваивать уровень 0,15 мкм для космических применений, тогда как для коммерческих схем применяются технологические уровни до 32 нм и активно осваиваются новые технологические рубежи.

#### **Список использованных источников**

1. Чумаков А.И. Действие космической радиации на интегральные схемы//М.: Радио и связь, 2004.
2. Василегин Б., Емельянов В., Осипенко П. Исследование влияния конструктивно-технологических параметров КНИ СОЗУ на чувствительность к одиночным сбоям при воздействии тяжелых заряженных частиц//ВАНТ, серия «Физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру», научно-технический сборник, вып. 1, М.: НИИП. — 2008. — с. 133—138.
3. Cannon E., Reinhardt D. et al. SRAM SER in 90, 130 and 180 nm Bulk and SOI Technologies//42nd Annual Reliability Physics Symposium, 2004, pp. 300—304.

УДК 629.78

### **СТРУКТУРНАЯ И ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

**Танатаров Бауыржан**

Студент университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан  
Научный руководитель – А.К. Мухамбеткалиева

При формализации и решении задач математического моделирования производственных объектов нефтепровода на основе современных математических методов мало уделено внимания методам разработки системы математических моделей технологических объектов нефтепроводной системы в условиях неопределенности, связанной нечеткости исходной информации. Так как на практике технологические объекты магистральных нефтепроводов часто функционируют именно при больших погрешностях замера, подходы к решению рассмотренных выше задач в этих условиях являются очень актуальными.

Попытки распространения традиционных методов моделирования на количественно трудноописываемые объекты, какими являются технологические агрегаты магистральных нефтепроводов, пока не дали хороших результатов на практике, несмотря на существенное развитие математических методов, и средств вычислительной техники. На практике такими объектами и процессами достаточно хорошо управляет и разбирается опытный человек (производственный персонал, специалист, руководитель). Человек в таких случаях довольно успешно справляется с неопределенностью и сложностью. В отличие от компьютера, человек

использует нечеткие качественные понятия и довольно успешно ориентируется в сложной обстановке. В связи с этим, возникает задача, как использовать знания и опыт человека, которые формализуются на обычном или профессиональном языке, т.е. является нечеткой информацией,

Как передать способности человека компьютеру для моделирования, оптимизации и управления сложными промышленными объектами. Для решения такой задачи требуются специальные методы формализации нечеткости и обработки размытой, качественной информации, например математический аппарат теорий нечетких множеств и возможностей [1,2].

На основе алгоритма построения моделей технологических объектов с учетом нечеткости исходной информации, предложенный нами в работе [3] будем разработать структур математических моделей основных технологических агрегатов нефтепроводного комплекса: станции подогрева нефти (СПН); нефтеперекачивающей станции (НПС) и линейной части (ЛЧ) магистрального трубопровода (структурная идентификация) исследуемого участка: Кульсары-Атырау.

**СПН.** Для определения влияния входных и режимных параметров на выходные параметры печи при нечеткости некоторой части исходной информации на основе статистических данных и экспертной оценки определена структура уравнения с нечеткими коэффициентами, оценивающее производительность (1) и регрессионные уравнения, описывающие зависимость температуры и давления на выходе СПН от входных параметров (2):

$$\tilde{y}_1 = \tilde{a}_{01} + \tilde{a}_{11}x_{11} + \tilde{a}_{21}x_{21} - \tilde{a}_{31}x_{31} + \tilde{a}_{41}x_{41} + \tilde{a}_{51}x_{11}^2 + \tilde{a}_{61}x_{21}^2 - \tilde{a}_{71}x_{31}^2 + \tilde{a}_{81}x_{41}^2 + \tilde{a}_{91}x_{31}x_{41} \quad (1)$$

$$y_j = a_{0j} + a_{1j}x_{1j} + a_{2j}x_{2j} + a_{3j}x_{3j} + a_{4j}x_{4j} + a_{5j}x_{1j}^2 + a_{6j}x_{2j}^2 + a_{7j}x_{1j}x_{2j}, j = 2,3 \quad (2)$$

где  $\tilde{y}_j$  –  $j=2,3$  соответственно, производительность, температура и давление на выходе печей;  $\tilde{a}_{ij}$  – нечеткие коэффициенты;  $a_{ij}$  – четкие регрессионные коэффициенты;  $x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, x_{4j}$  – соответственно, температура, давление, расход топлива и нефти на входе печей.

**НПС.** Эти агрегаты характеризуются нечеткостью по производительности. Поэтому, для них на основе вышеописанного подхода и алгоритма синтеза моделей в нечеткой среде идентифицирована структура модели (3), а для определения давления на выходе НПС, идентифицирована структура множественной регрессии (4):

$$\tilde{y}_1 = \tilde{a}_{01} + \tilde{a}_{11}x_1 - \tilde{a}_{21}x_2 + \tilde{a}_{31}x_1^2 - \tilde{a}_{41}x_2^2 + \tilde{a}_{51}x_1x_2 \quad (3)$$

$$y_2 = a_{02} + a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + a_{32}x_1^2 + a_{42}x_2^2 + a_{52}x_1x_2 \quad (4)$$

где  $\tilde{y}_1$  – производительность,  $y_2$  – давление на выходе НПС;  $\tilde{a}_{ij}$  – оцениваемые нечеткие коэффициенты (свободный член, коэффициенты линейной части, взаимного влияния и нелинейной части);  $a_{02}, a_{12} \dots a_{52}$  – идентифицируемые коэффициенты регрессии;  $x_1, x_2$  – соответственно, давление и плотность нефти на входе насоса.

**ЛЧ.** На основе экспертных методов и модифицированного метода последовательного включения регрессоров определены следующие нечеткие уравнения и уравнения множественной регрессии, описывающие работу ЛЧ нефтепровода:

$$\tilde{y}_j = \tilde{a}_{0j} + \sum_{i=1}^4 \tilde{a}_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^4 \sum_{k=i}^4 \tilde{a}_{ikj} x_{ij} x_{kj}, \quad j = \overline{1,2}, \quad (5)$$

$$\tilde{a}_{0j}, \tilde{a}_{ij}, \tilde{a}_{ikj} - \text{нечеткие коэффициенты регрессии}; x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, x_{4j} - \text{входные параметры, соответственно, объем нефти на входе (в начале ЛЧ), плотность поступающей в ЛЧ нефти, температура и давление на входе ЛЧ.} \quad (6)$$

где  $\tilde{a}_{0j}, \tilde{a}_{ij}, \tilde{a}_{ikj}$  - выходные параметры, соответственно, объем (производительность) и плотность нефти на выходе ЛЧ,  $y_j, j = \overline{1,2}$  - температура нефти и давление на выходе ЛЧ;  $\tilde{a}_{0j}, \tilde{a}_{1j}, \tilde{a}_{2j}, \dots, \tilde{a}_{44j}$  - идентифицируемые нечеткие и четкие коэффициенты регрессии;  $x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, x_{4j}$  - входные параметры, соответственно, объем нефти на входе (в начале ЛЧ), плотность поступающей в ЛЧ нефти, температура и давление на входе ЛЧ.

Для идентификации нечетких коэффициентов (параметрическая идентификация), разработанных моделей основных технологических объектов нефтепроводной системы, предлагаем следующую методику, основанную на объединении модифицированного метода планирования экспериментов, экспертных оценок и теорий нечетких множеств.

Идентификация коэффициентов нечетких моделей осуществляется по следующим этапам:

На основе анализа исследуемого объекта (например, СПН, НПС, ЛЧ) составляется полный план «мысленных» экспериментов. Составление плана аналогично составлению плана при математическом планировании экспериментов, где вместо количественных данных используются их приближенные значения в виде нечетких чисел или значения лингвистической переменной в виде нечеткой информации (терм).

Специалисты-эксперты на основе практического опыта и знаний отсекают варианты плана, которые практически нереализуемы или явно приводят к аварийным ситуациям (при этом они должны обосновать причины исключения каждого варианта из плана).

По всем остальным вариантам эксперты качественно оценивают влияния данного соотношения входных факторов на выходные параметры объекта (варианты опыта). Оценка осуществляется на базе терм-множеств, которые выбирается предварительно.

В случае неуверенности экспертов при оценке некоторых вариантов, необходимо эти варианты по возможности реализовать в соответствии с планом и оценить результаты.

Так как, при оценке планов должна участвовать группа экспертов, следующим этапом является определение степени согласованности их мнения по известной методике. Если мнение экспертов в основном совпадают, т.е. значения дисперсионного коэффициента конкордации близки к 1 и  $W_R \geq W_T$ , то реализации планов и переход к обработке полученных результатов, где  $W_R, W_T$  - соответственно расчетное и табличное значения коэффициентов конкордации для выбранного уровня.

Если  $W_R < W_T$ , т.е. когда мнения экспертов не совпадают, им представляется возможность ознакомиться с ответами других экспертов, проанализировать и откорректировать свои предыдущие оценки, т.е. экспертная процедура повторяется.

Полученная информация обрабатывается методами теории нечетких множеств, и определяются конкретные значения коэффициентов.

Для получения надежности полученных экспертных данных предлагается произвести дополнительную экспертизу - антиэкспертизу. В этом случае карты экспертного опроса составляются из вопросов, противоположных по смыслу тем, на которые уже получены ответы и построены функции принадлежности -  $\mu_{\tilde{A}}(x)$ . При этом эксперты должны оценивать степени не принадлежности нечетких параметров к подмножествам, качественно описывающим функционирование объекта. По результатам обработки полученных данных строятся функции не принадлежности нечетких параметров объекта к исходным терм множествам.



Качественный анализ степени согласованности оценок можно осуществлять по знаниям функции принадлежности и не принадлежности. Для этого сравнивается разность значений этих функций описывающих один и тот же параметр некоторых точек. Интерес представляют те точки, в которых значения этих функций существенно отличаются. Если имеются такие интервалы, то следует провести дополнительное исследование совместно с экспертами, выявить причины не совпадения оценки произвести необходимые корректировки оценок,

Для решения задачи параметрической идентификации, т.е. оценки значения нечетких коэффициентов регрессии:  $\tilde{a}_{0j}, \tilde{a}_{1j}, \dots$ , нами исследованы критерии минимизации отклонения нечетких значений выходного параметра , полученных по модели, от его выборочных нечетких значений, оцениваемые специалистами-экспертами .

На основе модификации метода множественной регрессии на случай нечеткости и на основе предложенной выше методики нами проведен этап параметрической идентификации математических моделей основных агрегатов нефтепровода - участка Кульсары-Атырау магистрального трубопровода Узень-Атырау-Самара.

При оценке (параметрической идентификации) нечетких коэффициентов нечетких моделей СПН, НПС и ЛЧ магистрального нефтепровода (1), (3), (5), критерии имеет вид:

$$\tilde{R}_j = \min \sum_{l=1}^k (\tilde{y}_{jl}^s - \tilde{y}_{jl}^m)^2 \quad (7)$$

Для идентификации неизвестных нечетких коэффициентов  $\tilde{a}_{ij}$  в уравнениях (1), (3), (5) нечеткие множества, описывающие качественные показатели продукции, разбиты на следующие множества уровня  $\alpha = 0,5; 0,85; 1$ . В соответствии с выбранным уровнем наблюдается значения входных  $x_{ij}$  и выходных  параметров на каждом уровне  $\alpha_q$  ( $q = \img alt="box" data-bbox="878 493 905 518"$ ), которые представлены в таблице А1 приложения А. В этой таблице приведены детерминированные значения входных и выходных параметров на каждом выбранном уровне  $\alpha_q$ .

Для каждого уровня  $\alpha_q$  нечетких уравнений множественной регрессии (1), (3), (5) т.е. нечетких моделей СПН, НПС и ЛЧ перепишем соответственно, в виде следующей системы (8)-(10):

$$y_{1(спн)}^{\alpha_q} = a_{01}^{\alpha_q} + a_{11}^{\alpha_q} x_{11} + a_{21}^{\alpha_q} x_{21} + a_{31}^{\alpha_q} x_{31} + a_{41}^{\alpha_q} x_{41} + a_{51}^{\alpha_q} x_{11}^2 + a_{61}^{\alpha_q} x_{21}^2 + a_{71}^{\alpha_q} x_{31}^2 + a_{81}^{\alpha_q} x_{41}^2 + a_{91}^{\alpha_q} x_{31} x_{41}, \quad q = \img alt="box" data-bbox="335 678 365 703"/>; \quad (8)$$

$$y_{1(нпс)}^{\alpha_q} = a_{01}^{\alpha_q} + a_{11}^{\alpha_q} x_{11} - a_{21}^{\alpha_q} x_{21} + a_{31}^{\alpha_q} x_{11}^2 - a_{41}^{\alpha_q} x_{21}^2 + a_{51}^{\alpha_q} x_{11} x_{21}, \quad q = \img alt="box" data-bbox="748 703 778 728"/>; \quad (9)$$

$$y_{j(лч)}^{\alpha_q} = a_{0j}^{\alpha_q} + a_{1j}^{\alpha_q} x_{1j} + a_{2j}^{\alpha_q} x_{2j} + a_{3j}^{\alpha_q} x_{3j} + a_{4j}^{\alpha_q} x_{4j} + a_{11j}^{\alpha_q} x_{1j}^2 + a_{22j}^{\alpha_q} x_{2j}^2 + a_{33j}^{\alpha_q} x_{3j}^2 + a_{44j}^{\alpha_q} x_{4j}^2 + a_{12j}^{\alpha_q} x_{1j} x_{2j} + a_{13j}^{\alpha_q} x_{1j} x_{3j} + a_{14j}^{\alpha_q} x_{1j} x_{4j} + a_{23j}^{\alpha_q} x_{2j} x_{3j} + a_{24j}^{\alpha_q} x_{2j} x_{4j} + a_{34j}^{\alpha_q} x_{3j} x_{4j}, j=1,2, \quad q = 10) \quad (10)$$

Так как эти соотношения представляют собой системы уравнения множественной регрессии, задача идентификации их коэффициентов сводится к классическим задачам оценивания параметров множественной регрессии. Для решения последней задачи можно использовать известные алгоритмы или стандартные программы множественной регрессии, входящие в математическое обеспечение ЭВМ. Нами для расчета коэффициентов регрессии использована программа REGRESS (Московский институт стали и сплавов). Программа

работает в диалоговом режиме и позволяет определить коэффициенты линейной и нелинейной регрессии с произвольным числом входных факторов ( $x_i, i = \boxed{\text{число факторов}}$ ).

Полученные значения коэффициентов  $a_{ij}^{\alpha q}$  ( $i = \boxed{\text{номер модели}}, j = \boxed{\text{номер фактора}}, q = \boxed{\text{номер коэффициента}}$  для модели 8,  $i = \boxed{\text{номер модели}}, j = \boxed{\text{номер фактора}}, q = \boxed{\text{номер коэффициента}}$  для модели 9,  $i = \boxed{\text{номер модели}}, j = \boxed{\text{номер фактора}}, q = \boxed{\text{номер коэффициента}}$  для модели 10) приведенных уравнений (8)-(10) на компьютере с помощью программы REGRESS объединены с использованием следующего соотношения

$$\tilde{a}_{ij} = \vee a_{ij}^{\alpha q} \text{ или } \mu_{\tilde{a}_{ij}}(a_{ij}) = \sup_{\alpha \in [0.5, 1]} \min \{ \alpha, \mu_{a_{ij}^{\alpha q}}(a_{ij}) \}, \text{ где } a_{ij}^{\alpha q} = \{ a_i \mid \mu_{\tilde{a}_{ij}}(a_{ij}) \geq \alpha \}.$$

Таким образом, уравнение, описывающее нечеткую зависимость производительности печи ( $\boxed{\text{математическая модель}}$ ) от входных параметров  $x_i, i = \boxed{\text{номер фактора}}$  (математическая модель), имеют вид (не влияющие или очень слабо влияющие на  $\tilde{y}_{1(\text{СПН})}$  регрессоры обнулены) (для одной СПН):

$$\begin{aligned} y_{1(\text{СПН})} = f_1(x_{11}, x_{21}, \dots, x_{41}) = & (0.5/2.000254727 + 0.85/2.007525117 + 1/2.088235294 + \\ & + 0.85/2.175725157 + 0.5/2.787515357)x_{11} + (0.5/7.001000000 + 0.85/7.010000000 + \\ & + 1/7.100000000 + 0.85/7.101523567 + 0.5/7.156572378)x_{21} - (0.5/5.005700000 + \\ & + 0.85/5.012500000 + 1/5.680000000 + 0.85/5.750000000 + 0.5/5.950000000)x_{31} + \\ & + (0.5/0.003700000 + 0.85/0.055000000 + 1/0.400000000 + 0.85/0.450000000 + \\ & + 0.5/0.500000000)x_{41} + (0.5/0.000378677 + 0.85/0.007725335 + 1/0.061418685 + \\ & + 0.85/0.097733375 + 0.5/0.134457767)x_{11}^2 + (0.5/0.600000000 + 0.85/0.650000000 + \\ & + 1/0.710000000 + 0.85/0.760000000 + 0.5/0.820000000)x_{21}^2 - (0.5/0.180300000 + \\ & + 0.85/0.200100000 + 1/0.227200000 + 0.85/0.247200000 + 0.5/0.267200000)x_{31}^2 + \\ & + (0.5/0.000003730 + 0.85/0.000077540 + 1/0.000563380 + 0.85/0.003735470 + \\ & + 0.5/0.012557370)x_{41}^2 + (0.5/0.006000000 + 0.85/0.007000000 + 1/0.008000000 + \\ & + 0.85/0.009000000 + 0.5/0.010000000)x_{31}x_{41} \end{aligned}$$

Нечеткая модель НПС, описывающие зависимость производительности НПС ( $\boxed{\text{математическая модель}}$ ) от входных параметров  $x_i, i = 1, 2$ , имеют вид:

$$\begin{aligned} y_{1(\text{НПС})} = f_1(x_{11}, x_{21}) = & (0.5/76.502533912 + 0.85/76.601130723 + 1/76.701030928 + 0.85/ \\ & /76.801233345 + 0.5/76.901220547)x_{11} - (0.5/0.312255624 + 0.85/0.414237512 + \\ & + 1/0.514285714 + 0.85/0.612377535 + 0.5/0.714123537)x_{21} + (0.5/11.000123347 + \\ & + 0.85/11.001211445 + 1/11.070251886 + 0.85/11.123257775 + 0.5/11.775245888)x_{11}^2 - \\ & + (0.5/0.000003377 + 0.85/0.000054675 + 1/0.000394997 + 0.85/0.002765778 + \\ & + 0.5/0.010252577)x_{21}^2 + (0.5/0.000375557 + 0.85/0.007725147 + 1/0.053019146 + \\ & + 0.85/0.110100123 + 0.5/0.875254358)x_{11}x_{21}. \end{aligned}$$

Математические модели ЛЧ, описывающие нечеткую зависимость производительности и плотности нефти от входных параметров  $x_i, i = \boxed{\text{номер фактора}}$ , имеют вид:

$$\begin{aligned} y_{1(\text{ЛЧ})} = f_1(x_{11}, x_{21}, \dots, x_{41}) = & (0.5/0.190122335 + 0.85/0.290452123 + 1/0.390442298 + 0.85/ \\ & /0.490445337 + 0.5/0.590334455)x_{11} - (0.5/0.241705577 + 0.85/0.342334545 + 1/ \\ & /0.443930636 + 0.85/0.543930537 + 0.5/0.643850557)x_{21} + (0.5/11.094112357 + 0.85/ \\ & /11.191127545 + 1/11.294117647 + 0.85/11.393127457 + 0.5/11.493317335)x_{31} + \\ & + (0.5/28.455711317 + 0.85/28.554714415 + 1/28.656716418 + 0.85/28.756725425 + \\ & + 0.5/28.857715435)x_{41} + (0.5/0.000007478 + 0.85/0.000078487 + 1/0.000198496 + \\ & + 0.85/0.001138357 + 0.5/0.012188347)x_{11}^2 - (0.5/0.000005255 + 0.85/0.000052335 + \\ & + 1/0.000513215 + 0.85/0.005523125 + 0.5/0.055551123)x_{21}^2 + (0.5/0.132357857 + \\ & + 0.85/0.231177623 + 1/0.332179931 + 0.85/0.431175335 + 0.5/0.532278877)x_{31}^2 + \\ & + (0.5/4.075517557 + 0.85/4.175131745 + 1/4.277121853 + 0.85/4.375655778 + 0.5/ \end{aligned}$$



$$/4.4772237476) x_{41}^2 + (0.5/0.006623544 + 0.85/0.0076325875 + 1/0.008612698 + 0.85/0.009615333 + 0.5/0.017512557) x_{11}x_{31} + (0.5/0.000155337 + 0.85/0.001456745 + 1/0.014568742 + 0.85/0.145225347 + 0.5/0.901335457) x_{14}x_{44} - (0.5/0.001335358 + 0.85/0.012155687 + 1/0.132516608 + 0.85/0.545789787 + 0.5/0.898557889)x_{21}x_{41};$$

$$y_{2(\text{лч})} = f_2(x_{12}, x_{22}, \dots, x_{42}) = -(0.5/0.0000000001 + 0.85/0.0000000005 + 1/0.0000000001 + 0.85/0.0000000005 + 0.5/0.000000010) + (0.5/0.066534780 + 0.85/0.076333505 + 1/0.086832740 + 0.5/0.096787404)x_{12} + (0.5/0.194832275 + 0.85/0.294813545 + 1/0.394913295 + 0.5/0.491833233 + 0.85/0.595723447)x_{22} - (0.5/10.027056717 + 0.85/10.037057957 + 0.5/10.047058824 + 0.85/10.057057925 + 0.5/10.067058845)x_{32} + (0.5/12.545268557 + 0.85/12.645157875 + 1/12.746268657 + 0.85/12.847357875 + 0.5/12.947167578)x_{42} + (0.5/0.000024235 + 0.85/0.000034237 + 1/0.000044145 + 0.85/0.000054245 + 0.5/0.000064347)x_{12}^2 + (0.5/0.000251545 + 0.85/0.000353527 + 1/0.000456547 + 0.85/0.000557538 + 0.5/0.000657895)x_{22}^2 - (0.5/0.025625278 + 0.85/0.121527278 + 1/0.221626298 + 0.85/0.322525297 + 0.5/0.423526257) x_{32}^2 + (0.5/1.703427167 + 0.85/1.801427178 + 1/1.902428158 + 0.85/1.102458147 + 0.5/1.203427167) x_{42}^2 + (0.5/0.000001002 + 0.85/0.000010037 + 1/0.000100385 + 0.85/0.001067875 + 0.5/0.010020035) x_{12}x_{22} + (0.5/0.0010024 + 0.85/0.002230027 + 1/0.003240028 + 0.85/0.004230023 + 0.5/0.005230022) x_{12}x_{42} + (0.5/0.005365735 + 0.85/0.006367735 + 1/0.007367785 + 0.85/0.008337735 + 0.5/0.009357783) x_{22}x_{42}$$

Результаты параметрической идентификации математических зависимостей температуры ( $y_2$ ) и давления ( $y_3$ ) на выходе СПН (2) от входных параметров ( $x_i$ ,  $i = \boxed{\text{1-4}}$ ) получены известными методами регрессионного анализа и после удаления слагаемых с нулевыми (или почти нулевыми) коэффициентами имеет вид:

$$y_{2(\text{спн})} = f_2(x_{12}, x_{22}, x_{32}, x_{42}) = 0.0000001 + 0.588235294 \cdot x_{12} - 0.500000000 \cdot x_{22} + 0.400000000 \cdot x_{32} - 0.007042254 \cdot x_{42} + 0.021626298 \cdot x_{12}^2 - 0.050000000 \cdot x_{22}^2 + 0.029411765 \cdot x_{12}x_{22};$$

$$y_{3(\text{спн})} = f_3(x_{13}, x_{23}, x_{33}, x_{43}) = -0.000000001 - 0.023529412 \cdot x_{13} + 0.320000000 \cdot x_{23} - 0.032000000 \cdot x_{33} + 0.002253521 \cdot x_{43} - 0.001384083 \cdot x_{13}^2 + 0.040000000 \cdot x_{23}^2 + 0.007058824 \cdot x_{13}x_{23}$$

Параметрическая идентификация статистических моделей НПС и ЛЧ нефтепровода Кульсары-Атырау (4), (6) построенные на основе экспериментально-статистических данных, проведена на основе метода наименьших квадратов и программы Regress. Результаты параметрической идентификации этих моделей имеют вид:

для НПС

$$y_{2(\text{нпс})} = f_2(x_{12}, x_{22}) = 0.00000001 + 0.345360825 \cdot x_{12} - 0.002315668 \cdot x_{22} + 0.035604209 \cdot x_{12}^2 - 0.000000001 \cdot x_{22}^2 + 0.000238729 \cdot x_{12}x_{22};$$

для ЛЧ

$$y_{3(\text{лч})} = f_3(x_{13}, x_{23}, x_{33}, x_{43}) = 0.000000001 - 0.002541942 \cdot x_{13} - 0.005780347 \cdot x_{23} + 0.735294118 \cdot x_{33} - 0.7462686570 \cdot x_{43} - 0.0000012920 \cdot x_{13}^2 - 0.0000066820 \cdot x_{23}^2 + 0.0302768170 \cdot x_{33}^2 - 0.111383382 \cdot x_{43}^2 - 0.000002939 \cdot x_{13}x_{23} + 0.000149526 \cdot x_{13}x_{33} + 0.000510031 \cdot x_{23}x_{33}$$

$$y_{4(\text{лч})} = f_4(x_{14}, x_{24}, x_{34}, x_{44}) = -0.0000000001 + 0.000350788 \cdot x_{14} + 0.000797688 \cdot x_{24} - 0.101470588 \cdot x_{34} + 0.514925373 \cdot x_{44} + 0.000000178 \cdot x_{14}^2 + 0.000000922 \cdot x_{24}^2 - 0.001790657 \cdot x_{34}^2 + 0.076854533 \cdot x_{44}^2 + 0.000000406 \cdot x_{13}x_{23} + 0.000052356 \cdot x_{13}x_{43} + 0.000119058 \cdot x_{23}x_{43} + 0.003028973 \cdot x_{33}x_{43}.$$

При параметрической идентификации использованы значения входных параметров НПС, СПН и ЛЧ, полученные в результате обработки производственных статистических данных с технологических агрегатов участка «Кульсары-Атырау» нефтепровода «Узень-Атырау».

**Выводы.** Таким образом, в работе получен подход к структурной идентификации и методика параметрической идентификации математических моделей производственных объектов на примере технологических агрегатов нефтепровода с учетом нечеткости некоторых параметров процесса перекачки. На основе полученных результатов построены математические модели СПН, НПС и ЛЧ исследуемого участка магистрального нефтепровода Узень-Атырау с учетом нечеткости некоторых параметров.

#### **Список использованных источников**

1. Zade L.A. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility // Fuzzy sets arid systems. 1978. V.I. P.3-28.
2. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний и информатике. М.: Радио и связь. 1990.
3. Муханбеткалиева А, К., Оразбаев Б. Б.Проблемы математического моделирования технологического комплекса магистральных нефтепроводов и подходы к их решению. //Научный журнал Министерства образования и науки РК “Поиск”. № 4, 2006. -С. 229-235.

#### **Подсекция 1.2. Радиотехника, электроника и телекоммуникации: современные проблемы инфокоммуникационных технологий**

UDC 621.397.13

#### **THE CIRCUITS OF THE NETWORK MONITORING SYSTEM FOR DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION BROADCASTING IN KAZAKHSTAN**

**Akhmetova Gulzhanat**

[gulzhanatakhmet@gmail.com](mailto:gulzhanatakhmet@gmail.com)

Master of of Radio engineering, Electronics and Telecommunications 2<sup>nd</sup> year Physico-Technical Faculty L.N.Gumilyov ENU, Astana  
Supervisor – Prof. A.S.Nogai

#### **Introduction**

The relevance of the topic is that since 2015 in Kazakhstan, digital terrestrial broadcasting operates throughout the country. For high-quality broadcasting of television and radio channels, a network monitoring system of all equipment is required that ensures the smooth operation of the Television Broadcasting Center. As the country is gradually moving completely from analogue to digital broadcasting, the operation of all equipment at each radio-broadcasting station plays a huge role in the work of the Television Broadcasting Center. Therefore, twenty-four hours a day to monitor these equipment.

For the purposes of remote monitoring and equipment management, for the first time in Kazakhstan, the system is created to ensure continuous quality control of terrestrial digital television broadcasting which creates the possibility of remote management by the sending centers of the whole country.