

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ XXI ВЕКА**

*Материалы XVI Международной научно-практической конференции  
студентов, аспирантов, учёных, педагогических работников  
и специалистов-практиков  
(Нижневартовск, 20 апреля 2018 г.)*

*Том II*

Тюмень  
ТИУ  
2018

УДК 001.31 (063) + 6 (063)

ББК 72+30

И 665

### Ответственные редакторы:

кандидат исторических наук, доцент О. Н. Дроконова;

кандидат исторических наук, доцент Ю. А. Обухова

И 665

Инновационные процессы в науке и технике XXI века: материалы XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, учёных, педагогических работников и специалистов-практиков (Нижевартовск, 20 апреля 2018 г.) / отв. ред. О. Н. Дроконова, Ю. А. Обухова. – Тюмень: ТИУ, 2018.

Т. 2. – 220.

ISBN 978-5-9961- 1880-9 (*общ*)

ISBN 978-5-9961- 1882-3 (*том 2*)

В сборник вошли тезисы докладов студентов, аспирантов, учёных, педагогических работников и специалистов-практиков из Российской Федерации, Белоруссии, Киргизской Республики и Казахстана в области естественных, технических, гуманитарных и экономических наук.

Для студентов, аспирантов, преподавателей высших учебных заведений и специалистов, интересующихся актуальными проблемами современной науки.

УДК 001.31 (063) + 6 (063)

ББК 72+30

ISBN 978-5-9961- 1880-9 (*общ*)

ISBN 978-5-9961- 1882-3 (*том 2*)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет», 2018.

УДК 539.14+543.4

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАЛИЙ-НАТРИЕВЫХ И КАЛЬЦИЙ-НАТРИЕВЫХ ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ ПРИ ПОМОЩИ РЕНТГЕНОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА

*Артемьева Т.П., студентка; Константинович Э.А., студентка;  
Косьянов П.М., д-р физ.-мат. наук, профессор; Валиева А.Ф.,  
канд. хим. наук, доцент. Филиал ТИУ в г. Нижневартовске*

### Постановка задачи

Разработка и применение новых высокоэффективных, рентгенофизических методов анализа, актуально для любого производства, в том числе, при решении задач геолого-минералогических исследований по поиску новых месторождений нефти и других полезных ископаемых. При исследовании минерального сырья и промпродуктов необходимо определять содержания минералов, входящих в анализируемое вещество.

Разработанный ранее автором метод [1-3] интегрирует рентгенофлуоресцентный и рентгенофазовый методы. Данные полученные этим методом используются для оценивания изменения условий осадконакопления и соответственно перспективность отложений для накопления нефти и газа.

Особенно интересен данный метод при моделировании процесса минералообразования, позволяющих проследить динамику фазовых превращений. В сочетании с химическими методами анализа, рассматриваемый метод повышает достоверность кристалло-химических формул минералов при невозможности их выделения из состава породы.

Так матрица коллекторов Западной Сибири, состоит из кварца, плагиоклазов (Ca-Na полевые шпаты), калий-натриевых полевых шпатов. Большинство полевых шпатов входят в тройную систему  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , причем содержание анортитового (An) компонента в щелочных полевых шпатах (K, Na- полевые шпаты) и ортоклазового (Or) компонента в плагиоклазах (Ca, Na -полевые шпаты) как правило не превышает 5–10 мол. %.

Но главным недостатком рентгеноструктурного анализа является невозможность по репликам различить эти компоненты. Поэтому в результате они представляются вместе, а их разделение проводят визуальными методами.

**Целью** данной работы было определение оптимальных условий для разделения и селективного количественного определения калий-натриевых полевых шпатов и кальций-натриевых полевых шпатов. Полевые шпаты

(ПШ), важнейшее семейство породообразующих минералов, составляют примерно 60% объема земной коры (до 50% ее массы).

### Решение задачи

Проблема заключается в том, что ни рентгенофлюоресцентный, ни рентгенофазовый методы не позволяют разделить пики данных минералов, даже при помощи энергодисперсионных анализаторов [1-3].

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Дополнена и расширена база программы – «Виртуальный лабораторный комплекс по квантовой, атомной и ядерной физике».

В действующей программе ранее были рассчитаны параметры первичного и некогерентно-рассеянных излучений рентгеновских трубок с анодами из: V, Cr, Fe, Co, Cu, Ni, Zn, Mb, Ag, Pb [4].

В силу выше рассмотренных причин необходимо было рассчитать параметры для рентгеновской трубки с титановым анодом. Данная задача была решена в полном объеме и результаты расчетов использованы для определения оптимальных условий количественного определения калий-натриевых и кальций-натриевых полевых шпатов.

Для этого были исследованы параметры излучения рентгеновской трубки с титановым анодом и некогерентное рассеяние первичного излучения этой трубки под разными углами.

$$\lambda_0 = 2,75 \text{ \AA} = 2,75 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

$$E_0 = h\nu = h \frac{c}{\lambda_0} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,75 \cdot 10^{-10}} = 7,221818 \cdot 10^{-16}$$

$$E_0(\text{эВ}) = \frac{7,23 \cdot 10^{-16}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 4,513636 \cdot 10^3 \approx 4513,63636$$

Для  $\theta = 45^\circ$

$$\Delta\lambda = \Lambda(1 - \cos\theta) = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos\theta) \approx 2,43 \cdot 10^{-12} (1 - \cos 45^\circ)$$

$$= 2,43 \cdot 10^{-12} \cdot \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \approx 0,71173052 \cdot 10^{-12}$$

$$\approx 0,0071173052 \cdot 10^{-10}$$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = 2,75 \cdot 10^{-10} + 0,00729 \cdot 10^{-10} \approx 2,7571173 \cdot 10^{-10}$$

$$E(\text{Дж}) = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,76 \cdot 10^{-10}} \approx 7,20317558 \cdot 10^{-16}$$

$$E(\text{эВ}) = \frac{7,2 \cdot 10^{-16}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 4,50198474 \cdot 10^3 = 4501,98474$$

$$\Delta E(\text{Дж}) = E_0 - E = 7,221818 \cdot 10^{-16} - 7,20317558 \cdot 10^{-16}$$

$$= 0,01864242 \cdot 10^{-16}$$

$$\Delta E(\text{эВ}) = E_0 - E = 4513,63636 - 4501,98474 = 11,65162 \text{ В}$$

Для  $\theta = 90^\circ$

$$\Delta\lambda = \Lambda(1 - \cos\theta) = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos\theta) \approx 2,43 \cdot 10^{-12} (1 - \cos 90^\circ)$$

$$= 2,43 \cdot 10^{-12} \cdot (1 - 0) \approx 2,43 \cdot 10^{-12} \approx 0,0243 \cdot 10^{-10}$$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = 2,75 \cdot 10^{-10} + 0,0243 \cdot 10^{-10} \approx 2,77 \cdot 10^{-10}$$

$$E(\text{Дж}) = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,77 \cdot 10^{-10}} \approx 7,17 \cdot 10^{-16}$$

$$E(\text{эВ}) = \frac{7,17 \cdot 10^{-16}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 4,475 \cdot 10^3 = 4475$$

$$\Delta E(\text{Дж}) = E_0 - E = 7,221818 \cdot 10^{-16} - 7,17 \cdot 10^{-16} = 0,051818 \cdot 10^{-16}$$

$$\Delta E(\text{эВ}) = E_0 - E = 4513,63636 - 4475 = 38,63636 \text{ В}$$

Для  $\theta = 135^\circ$

$$\Delta\lambda = \Lambda(1 - \cos\theta) = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos\theta) \approx 2,43 \cdot 10^{-12} (1 - \cos 135^\circ)$$

$$= 2,43 \cdot 10^{-12} \cdot \left(1 - \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\right) \approx 4,131 \cdot 10^{-12}$$

$$\approx 0,04131 \cdot 10^{-10}$$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = 2,75 \cdot 10^{-10} + 0,04131 \cdot 10^{-10} \approx 2,7913 \cdot 10^{-10}$$

$$E(\text{Дж}) = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,79 \cdot 10^{-10}} \approx 7,11827957 \cdot 10^{-16}$$

$$E(\text{эВ}) = \frac{7,12 \cdot 10^{-16}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 4,44892473 \cdot 10^3 = 4448,92473$$

$$\Delta E(\text{Дж}) = E_0 - E = 7,221818 \cdot 10^{-16} - 7,17 \cdot 10^{-16} = 0,051818 \cdot 10^{-16}$$

$$\Delta E(\text{эВ}) = E_0 - E = 4513,63636 - 4448,92473 = 64,07527 \text{ эВ}$$

Данные исследования приведены в табл. 1

Таблица 1

Результаты расчетов первичного и некогерентно рассеянного излучений рентгеновской трубки с титановым анодом

	0	45	90	135
$\lambda_0(\text{м})$	2,75E-10			
$E_0(\text{Дж})$	7,22E-16			
$E_0(\text{эВ})$	4513,636			
$\lambda(\text{м})$		2,76E-10	2,77E-10	2,79E-10
$E(\text{Дж})$		7,20E-16	7,17E-16	7,12E-16
$E(\text{эВ})$		4501,985	4475	4448,925
$\Delta\lambda(\text{м})$		7,12E-13	2,43E-12	4,13E-12
$\Delta E(\text{Дж})$		1,86E-18	5,18E-18	5,18E-18
$\Delta E(\text{эВ})$		11,65162	38,63636	64,07527
$I_0(\text{Q})$	0,9545	0,5892	0,2796	0,07269
$I_s(\text{Q})$	0	0,3653	0,6749	0,8818

Определены условия селективного возбуждения К серии кальция при слабом возбуждении К серии калия.

К край поглощения для определяемых элементов:

Ca – 4038 эВ

K – 3607 эВ

Ниже, в таблице 2 приведены массовые коэффициенты поглощения для калия и кальция при различных энергиях первичного излучения [5].

Таблица 2

Массовые коэффициенты поглощения для калия и кальция при различных энергиях первичного излучения

Элементы	4,1 КэВ	5 КэВ	6,2 КэВ
K	860	54	280
Ca	950	625	328

Как видно выбирая энергию первичного излучения можно добиться селективного возбуждения кальция, при чем пик К серии этого элемента более чем на порядок превышает пик К серии калия, что позволяет определить содержание только кальций-натриевого полевого шпата. Определение их суммарного содержания позволяет использование первичного излучения рентгеновской трубки с анодом из любого металла, лежащего ниже титана в периодической таблице. Избавиться от фона тормозного излучения рентгеновской трубки позволяет способ, описанный автором в [3] при помощи фильтров.

Так для трубки с титановым анодом необходимо использовать скандиевый фильтр в виде фольги толщиной 0,014 мм.

### **Заключение**

Дополнена и расширена база авторской программы – «Виртуальный лабораторный комплекс по квантовой, атомной и ядерной физике». Рассчитаны параметры для рентгеновской трубки с титановым анодом (длины волн, энергии и смещения, первичного и некогерентно рассеянного излучений).

Определены конкретные оптимальные условия количественного селективного определения калий-натриевых и кальций-натриевых полевых шпатов, для авторского способа одновременного количественного рентгеновского элементного и фазового анализа. Суммарное содержание минералов определяется рентгенофазовым анализом, содержание кальций-натриевых полевых шпатов, рентгенофлюоресцентным анализом (по пику К серии кальция).

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Пат. 2362149 Российская Федерация, МПК:G 01 N23/20; G 01 N23/223. Способ определения концентрации элемента и фазы, включающий данный элемент, в веществе сложного химического состава / Косьянов П. М.; патентообладатель Государственное образовательное учрежде-

ние высшего профессионального образования "Южно-Уральский государственный университет". – заявл. 09.01.2008; опубл. 20.07.2009. // Открытия. Изобретения. – 2009. – № 20.

2. Косьянов П. М. Одновременное определение концентраций элемента и фазы, включающий данный элемент, в веществе сложного химического состава / П. М. Косьянов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2010. – № 5. – С. 30–32.

3. Косьянов П. М. Рентгенофизический анализ неорганических веществ сложного химического состава [Текст] / П. М. Косьянов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тюменский индустриальный университет", Филиал ТПУ в г. Нижневартовске. – Тюмень : ТИУ, 2016. – 194 с. : ил.

4. Косьянов П. М. Виртуальный лабораторный комплекс по квантовой, атомной и ядерной физике: учебное пособие / П. М. Косьянов. – Тюмень : ТИУ, 2016. – 175 с.

5. Мамиконян С. В. Аппаратура и методы флуоресцентного рентгенорадиометрического анализа / С. В. Мамиконян. – Москва : Атомиздат, 1976. – 276 с.

**Авторы:** Артемьева Т.П., студент; Константинович Э.А., студент; Косьянов П.М., д-р физ.-мат. наук, профессор; Валиева А.Ф., канд. хим. наук, доцент. Тюменский индустриальный университет, филиал в г. Нижневартовске.

**Аннотация:** Показано применение авторского способа количественного рентгеновского элементного и фазового анализа для селективного определения концентраций кальциевых полевых шпатов и калиевых полевых шпатов. Проблема заключается в том, что ни рентгенофлуоресцентный, ни рентгенофазовый методы не позволяют разделить пики данных минералов. Для определения суммарного содержания минералов фазы в качестве аналитического параметра используется рентгенофазовый анализ, для определения концентрации Кальция – рентгенофлуоресцентный анализ с использованием рентгеновской трубки с титановым анодом. Определены оптимальные параметры анализа.

**Ключевые слова:** способ количественного рентгеновского элементного и фазового анализа, кальциевые полевые шпаты, калиевые полевые шпаты, селективное определение концентраций полевых шпатов, рентгеновская трубка с титановым анодом, скандиевый фильтр.

#### **DETERMINATION OF POTASSIUM SODIUM AND CALCIUM-SODIUM FELDSPARS USING X-RAY METHODS OF ANALYSIS**

**Authors:** Artemyeva, T. P., student; Konstantinovich E. A., student; Kosyanov P. M., Dr. of Phys.-math. Sciences, Professor; Valieva A. F., PhD, Associate Professor. Industrial University of Tyumen, the Branch in Nizhnevartovsk.

**Abstract:** The application of the author's method of quantitative x-ray elemental and phase analysis for the selective determination of the concentrations of calcium feldspar and potassium feldspar is shown. The problem lies in the fact that neither x-ray fluorescence or x-ray methods do not allow to separate the peaks of these minerals. X-ray phase analysis is used as an analytical parameter to determine the total content of the phase minerals, x-ray fluores-

cence analysis using an x-ray tube with a titanium anode is used to determine the concentration of Calcium. The optimal parameters of the analysis are determined.

**Key words:** method of quantitative x-ray elemental and phase analysis, calcium feldspar, potassium feldspar, selective determination of feldspar concentrations, x-ray tube with titanium anode, scandium filter.

УДК (532.5.013.12)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ СТЕНКИ СО ВДУВОМ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ

*Нурисламов О.Р., канд. физ.-мат. наук, доцент. Филиал Тюменского  
индустриального университета в г. Нижневартовске*

Исследование пристеночного течения жидкости с образованием паровой или парогазовой прослойки связано с анализом и решением проблемы возникновения аварийных ситуаций в энергетически нагруженных установках, а также проблемы снижения сопротивления объектов движущихся в жидкой среде.

При пристеночном течении жидкости со вдувом парогазовой смеси образуются две области: область течения парогазовой смеси вблизи пластины и жидкости, разделенной поверхностью (рис. 1). Течение считаем установившимся.

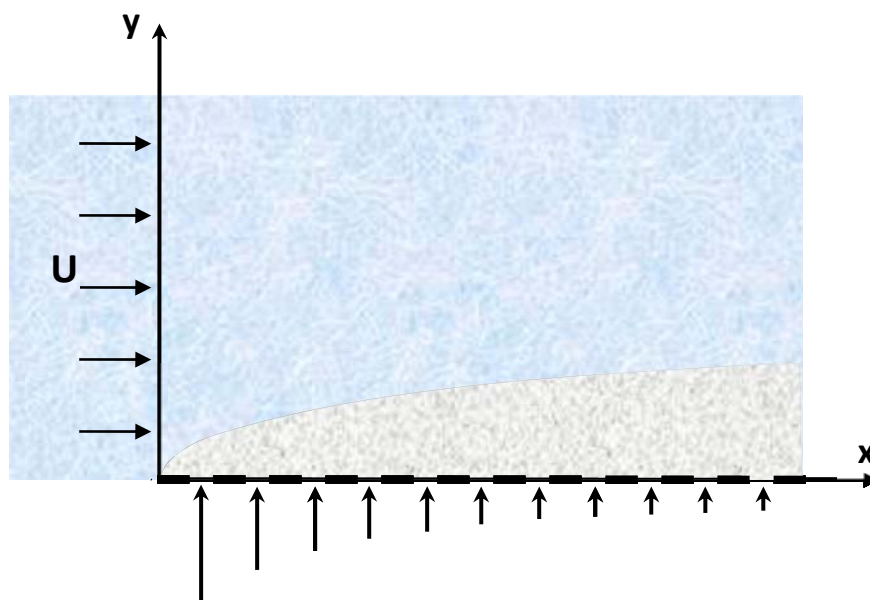


Рисунок 1. Схема пристеночного течения жидкости со вдувом парогазовой смеси

Основные уравнения, описывающие движение парогазовой смеси и жидкости [1, 2] записываются в виде:



$$\begin{aligned}
\frac{\partial u_i}{\partial x} + \frac{\partial v_i}{\partial y} &= 0, \\
\rho_i \left( u_i \frac{\partial u_i}{\partial x} + v_i \frac{\partial v_i}{\partial y} \right) &= \mu_i \frac{\partial^2 u_i}{\partial y^2}, \\
u_{gv} \frac{\partial k_v}{\partial x} + v_{gv} \frac{\partial k_v}{\partial y} &= D \frac{\partial^2 k_v}{\partial y^2}, \\
\rho_i c_i \left( u_i \frac{\partial T_i}{\partial x} + v_i \frac{\partial T_i}{\partial y} \right) &= \lambda_i \frac{\partial^2 T_i}{\partial y^2} + \mu_i \left( \frac{\partial u_i}{\partial y} \right)^2.
\end{aligned} \tag{1}$$

Здесь  $u_i, v_i$  – соответственно продольная и поперечная составляющие скорости частиц;  $T_i$  – температура;  $\rho_i$  – плотность,  $c_i$  – удельная теплоемкость,  $\lambda_i$  – теплопроводность,  $\mu_i$  – динамическая вязкость,  $k_v$  – массовая концентрация пара в парогазовой смеси,  $D$  – коэффициент диффузии. Нижние индексы  $i = l, gv$  относятся соответственно к жидкости и парогазовой смеси.

Основные уравнения (1) дополним граничными условиями:

1) на поверхности стенки ( $x > 0, y = 0$ ) примем:

$$u_{gv} = 0, \quad T_{gv} = T_w, \quad \rho_{gv} v_{gv}^{(0)} k_v^{(0)} = \rho_{gv} v_{gv0} k_{v0} - \rho_{gv} D \frac{\partial k_v}{\partial y}, \quad v_{gv}^{(0)} = v_{gv0} \tag{2}$$

где  $k_v^{(0)}, v_{gv}^{(0)}$  – концентрация пара и скорость вдуваемой парогазовой смеси,  $k_{v0}, v_{gv0}$  – концентрация пара и скорость парогазовой смеси на поверхности пластины.

Для автомодельности задачи поперечную составляющую скорости будет задавать по следующему закону

$$v_{gv}^{(0)} \sim \frac{1}{\sqrt{x}} \tag{3}$$

2) вдали от поверхности пластины ( $y \rightarrow \infty$ ) выполняются условия:

$$u_l = U, \quad T_l = T_0 \tag{4}$$

3) на межфазной границе  $y = y_{(s)}(x)$  закон сохранения массы воды запишется:

$$\rho_v v_{vn} = \rho_l v_{ln} = -j, \tag{5}$$

где  $v_{vn}$  и  $v_{ln}$  – нормальные к поверхности фазовых переходов составляющие скорости,  $j$  – интенсивность испарения, отнесенная к единице площади межфазной поверхности.

В приближении тонкого парогазового слоя из условия (5) следует

$$\rho_v (v_v - u_v t g \beta) = \rho_{gv} (v_{gv} - u_{gv} t g \beta) = \rho_l (v_l - u_l t g \beta) \tag{6}$$

где  $\beta$  – угол между касательной к границе фазовых переходов и поверхностью пластины.

Принимая для процесса диффузии пара и газа закон Фика в виде

$$\rho_v u_v = \rho_v u_{gv} - \rho_{gv} D \frac{\partial k_v}{\partial x}, \quad \rho_v v_v = \rho_v v_{gv} - \rho_{gv} D \frac{\partial k_v}{\partial y}, \quad (7)$$

на основе первого равенства из (6) с учетом (7) можем получить

$$\left( (1 - k_v) v_{gv} + D \frac{\partial k_v}{\partial y} \right) - \left( (1 - k_v) u_{gv} + D \frac{\partial k_v}{\partial x} \right) t g \beta = 0 \quad (8)$$

Для горизонтальных составляющих скоростей и касательных напряжений примем условия непрерывности:

$$u_{gv} = u_l, \quad \mu_{gv} \frac{\partial u_{gv}}{\partial y} = \mu_l \frac{\partial u_l}{\partial y} \quad (9)$$

На межфазной границе температура непрерывна, выполняется условие теплового баланса и концентрация пара равна равновесному значению, определяемое температурой  $T_{(s)}$ :

$$T_{gv} = T_l = T_{(s)}, \quad -\lambda_{gv} \frac{\partial T_{gv}}{\partial y} + \lambda_l \frac{\partial T_l}{\partial y} = jL, \quad k_v = k_{v(s)} \quad (10)$$

где  $L$  - скрытая теплота парообразования жидкости.

Парциальное давление  $p_v$  пара в зависимости от температуры  $T_{(s)}$  хорошо описывается выражением [3]

$$p_{v(s)} = p_* e^{-T_*/T_{(s)}}. \quad (11)$$

Здесь  $T_*$ ,  $p_*$  - эмпирические параметры, зависящие от жидкости.

Для парогазовой смеси и пара, с учетом закона Дальтона и уравнения Клапейрона – Менделеева, запишем

$$p = (\rho_{g(s)} R_g + \rho_{v(s)} R_v) T_{(s)}, \quad (12)$$

где  $R_g$  и  $R_v$  – приведенные газовые постоянные для газа и пара.

Разделив почленно левые и правые части уравнения (11) и (12) получим зависимость между массовой концентрацией пара  $k_{v(s)}$  и температурой  $T_{(s)}$  межфазной поверхности

$$\frac{k_{v(s)} R_v}{k_{v(s)} R_v + (1 - k_{v(s)}) R_g} = \frac{p_* e^{-T_*/T_{(s)}}}{p}, \quad k_{v(s)} = \frac{\rho_{v(s)}}{\rho_{v(s)} + \rho_{g(s)}} \quad (13)$$

Задача в данной постановке имеет автомодельное решение. Введем автомодельную переменную и безразмерные температуры

$$\xi = \frac{y}{\sqrt{x v_l / U}}, \quad \theta = \frac{T}{T_0} \quad \left( v_l = \frac{\mu_l}{\rho_l} \right).$$

Введем также функцию тока  $\psi_i$  такую что

$$u_i = \frac{\partial \psi_i}{\partial y}, \quad v_i = -\frac{\partial \psi_i}{\partial x} \quad (14)$$

и представим ее в виде

$$\psi_i = \sqrt{\nu_l U x} \cdot \varphi_i(\xi) \quad (i = l, gv) \quad (15)$$

Линию, описывающую границу фазовых переходов будем искать как:

$$y_s(x) = \xi_{(s)} \sqrt{x \nu_l / U}$$

Следовательно, задача об определении этой границы сводится к нахождению значения безразмерной переменной  $\xi_{(s)}$ .

### **Результаты численных расчетов**

В качестве жидкости примем воду, а в качестве газа – воздух. Все нижеперечисленные результаты получены для обтекания стенки со скоростью  $U = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  при значении давления  $p = 0.1$  МПа. На рис. 2 представлены профили скоростей, температур и концентрации пара при обтекании стенки, сопровождаемое вдувом сухого газа при температуре  $T_w = 383$  К. Числа на кривых соответствуют температуре жидкости  $T_0$  вдали от пластины в Кельвинах. Для безразмерного параметра, определяющего интенсивность вдува, принято  $\varphi_{vg0} = -0.1$  (средняя скорость вдува с пластины длины  $b = 1$  м составляет  $v_{vg0} = 10^{-1}$  мм/с). Из этих графиков видно, что толщина парогазового слоя сильно зависит от температуры окружающей жидкости. С ростом температуры жидкости растет интенсивность испарения и, вследствие этого, происходит увеличение толщины парогазового слоя. Это, в свою очередь, приводит к снижению сил сопротивления (рис.3). При этом наибольший эффект наблюдается при температуре жидкости близкой к температуре кипения.

На рис. 4 показано влияние температуры вдуваемого газа на поля скорости, температуры и концентрации пара при температуре окружающей жидкости  $T_0 = 293$  К и при интенсивности вдува  $\varphi_{vg0} = -0.1$ . Из этих графиков следует, что толщина парогазового слоя и температура на межфазной поверхности слабо зависят от температуры вдуваемого газа. Это связано с тем, что в случае «холодной» жидкости малая доля тепла, подводимая с пластины, затрачивается на образование пара на межфазной границе (основное тепло отводится в жидкость).

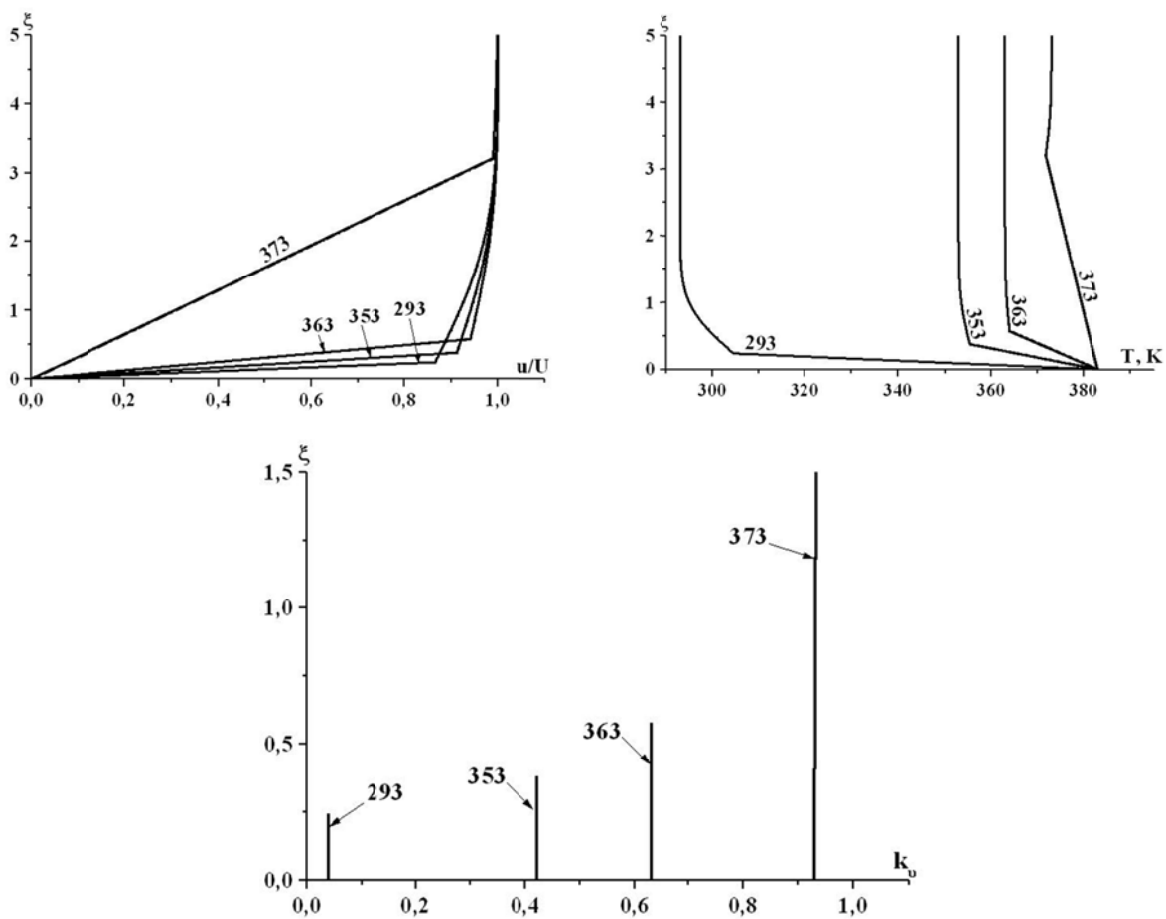


Рисунок 2. Распределение скорости, температуры и концентрации пара вблизи стенки при различных значениях температуры воды

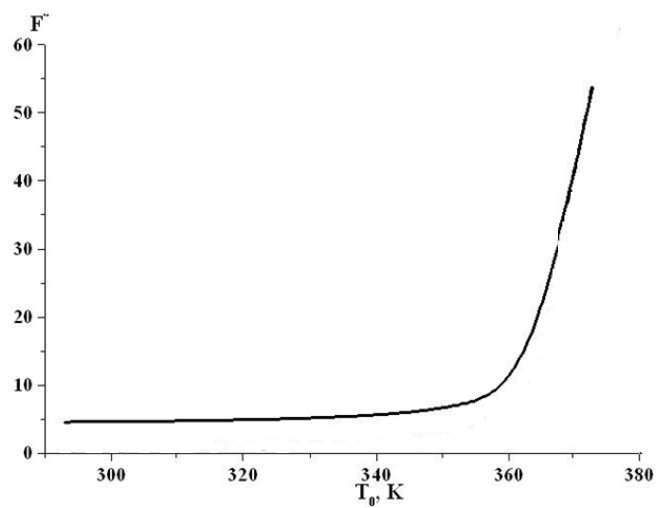


Рисунок 3. Зависимость коэффициентов снижения сил сопротивления от температуры воды ( $T_w = 383$  K)

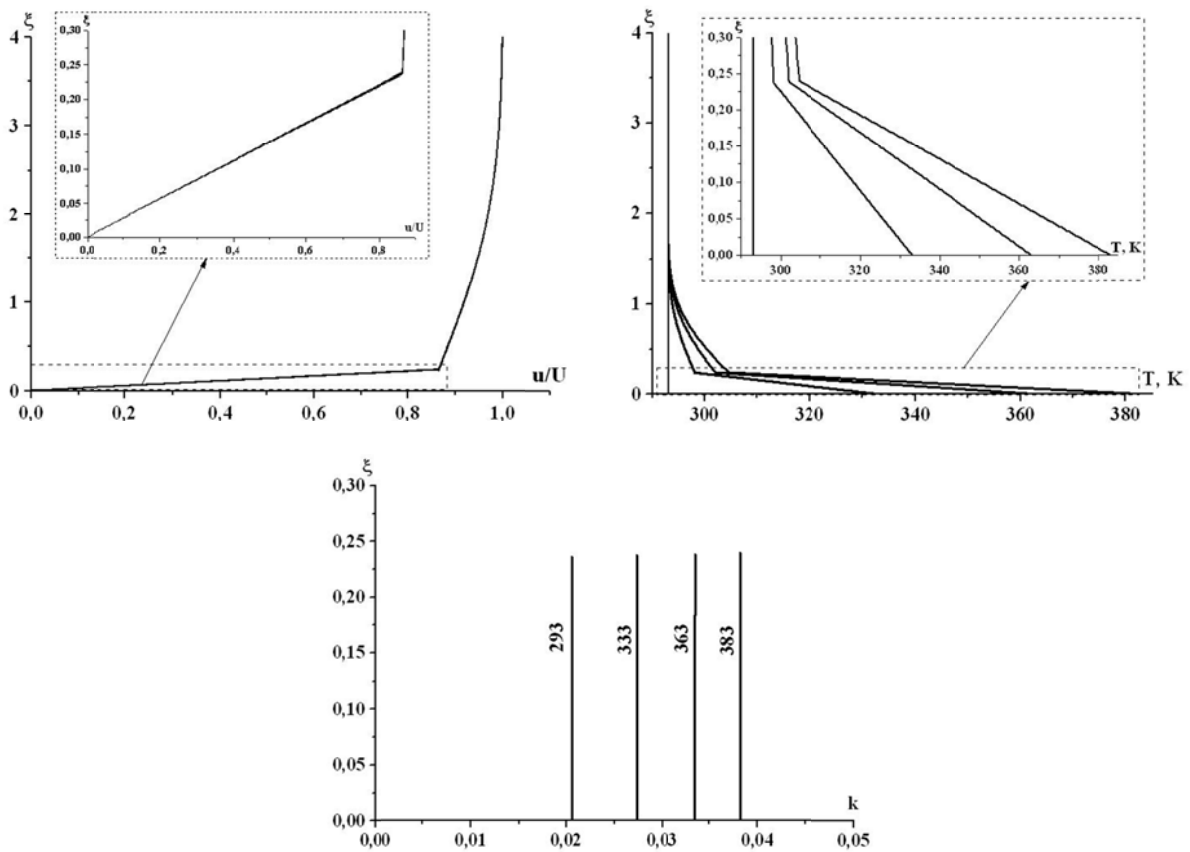
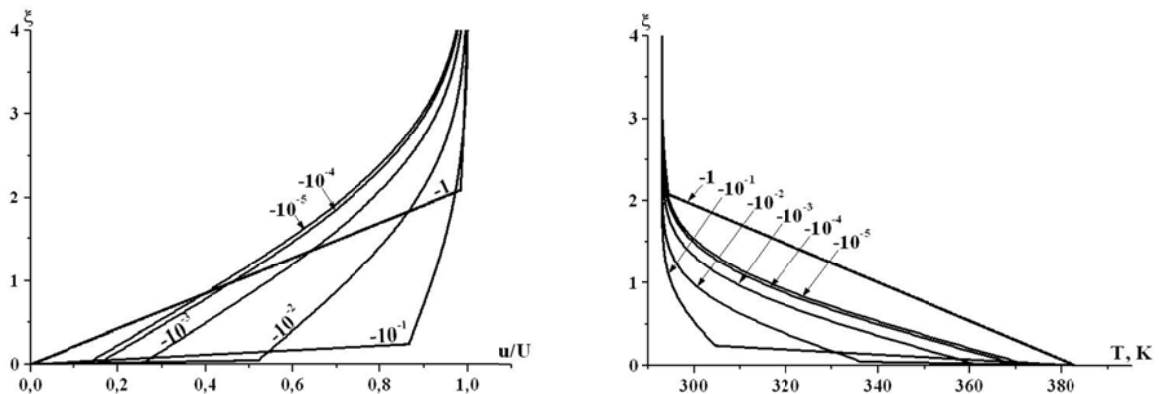


Рисунок 4. Распределение скорости, температуры и концентрации пара вблизи стенки при различных значениях температуры вдуваемого газа

Зависимости распределения гидродинамических, температурных полей и коэффициентов снижения сопротивления и теплопередачи от интенсивности вдува сухого газа ( $k_v^{(0)} = 0$ ) при  $T_0 = 293$  К и  $T_w = 383$  К проиллюстрированы на рис. 5 и 6. Видно, что только при достаточно больших интенсивностях вдува ( $|\varphi_{vg0}| \sim 1$ ) происходит заметное изменение толщины пристеночного слоя. При слабом вдуве ( $|\varphi_{vg0}| \leq 0.1$ ) толщина парогазового слоя, в основном определяется парообразованием.



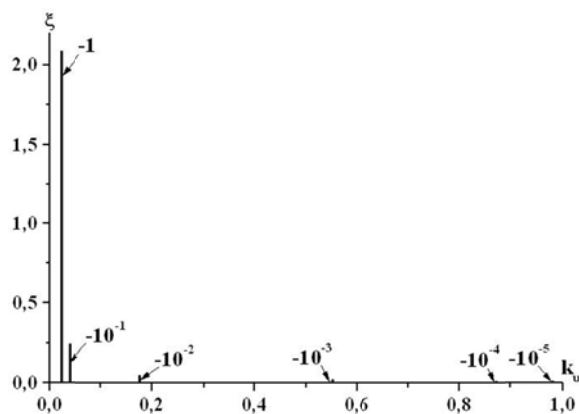


Рисунок 5. Распределение скорости, температуры и концентрации пара вблизи стенки при различных интенсивностях вдува сухого газа

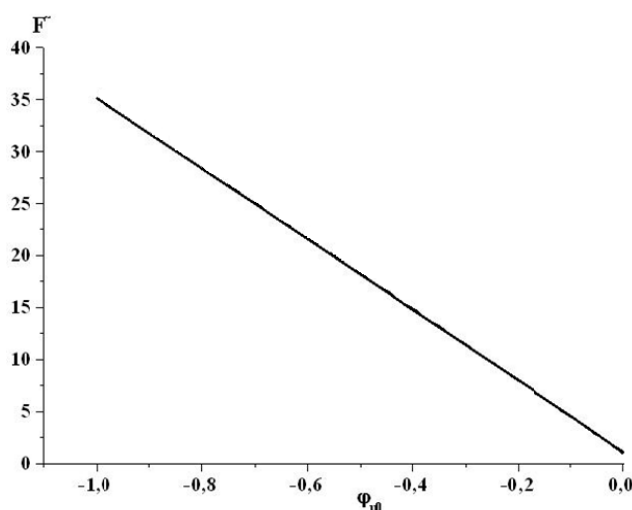


Рисунок 6. Зависимость коэффициента снижения сил сопротивления от интенсивности вдува сухого газа ( $T_0 = 293 K$ )

### Заключение

В автомодельной постановке решена задача об обтекании пластины жидкостью, сопровождаемое вдувом парогазовой смеси. Даны оценки величин коэффициента снижения сил сопротивления. Установлено, что при обтекании стенки в холодной воде изменение температуры вдуваемой парогазовой смеси практически не оказывает никакого влияния на образования пристеночного слоя. Основная часть тепла, отводимая со стенки, идет на нагревание воды. Установлено, что при движении в холодной жидкости вдув уменьшает сопротивление в десятки раз. Так при обтекании холодной жидкостью с температурой 293 К вдув со средней скоростью 1 мм/с, приходящимся на стенку со сторонами 1м\*1м, снижает сопротивление примерно в 30 раз.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя [пер. с нем.] / Г. Шлихтинг. – Москва : Наука, 1974. – 712 с.
2. Черный, Г. Г. Ламинарные движения газа и жидкости в пограничном слое с поверхностью разрыва // Известия Академии наук СССР. Отделение технических наук. – 1954. – № 12. – С. 38–67.
3. Нигматулин, Р. И. Динамика многофазных сред / Р. И. Нигматулин. – Москва : Наука, 1987. – Ч. 2. – 360 с.

**Автор:** Нурисламов О.Р., канд. физ.-мат. наук, [nuris\\_o\\_r@mail.ru](mailto:nuris_o_r@mail.ru)

Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске

**Аннотация:** В автомодельной постановке решена задача об обтекании стенки жидкостью, сопровождаемое вдувом парогазовой смеси. Даны оценки величин коэффициента снижения сил сопротивления. Установлено, что при обтекании стенки в холодной воде изменение температуры вдуваемой парогазовой смеси практически не оказывает никакого влияния на образования пристеночного слоя. Основная часть тепла, отводимая со стенки, идет на нагревание воды. Установлено, что даже небольшие интенсивности вдува газа (со средней скоростью  $\square 0.1-1$  мм/с) значительно снижают сопротивление (в десятки раз).

**Ключевые слова:** автомодельная задача, пристеночное течение жидкости и газа, вдув парогазовой смеси, парогазовый подшипник, снижение гидродинамического сопротивления.

### SIMULATION OF FLOW WITH WALL INJECTION GAS MIXTURE

**Author:** Nurislamov O.R., Candidate of Physical and Mathematical Sciences, [nuris\\_o\\_r@mail.ru](mailto:nuris_o_r@mail.ru). Branch of Tyumen industrial University in Nizhnevartovsk

**Abstract:** In the self-similar formulation, the problem of wall flow with a liquid accompanied by injection of a vapor-gas mixture is solved. Estimates of the values of the drag force reduction coefficient are given. It is established that when the wall passes in cold water, the temperature change of the vapor-gas mixture being blown practically does not affect the formation of the vapor-gas layer. The main part of the heat removed from the wall is transferred to water. It was found that even small gas injection rates (with an average speed of mm/s) significantly reduce the resistance (tenfold).

**Key words:** self-similar problem, near-wall flow of liquid and gas, steam-gas mixture injection, steam and gas bearing, reduction of hydrodynamic resistance.

УДК 550.83

## РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МАЯТНИКОВ

*Исламгулов Д.Р., студент; Гасымов Э.А., студент.  
Филиал ТИУ в г. Нижневартовске*

**Введение:** Как известно, Земля на самом деле не является ровным шаром. Земля – эллипсоид вращения с эксцентриситетом  $\frac{1}{300}$ . Это значит,

что на полюсе радиус Земли меньше, чем на экваторе. Вследствие этого, ускорение свободного падения на полюсе меньше, чем на экваторе, а это влияет на колебания математического маятника. Но ускорение свободного падения зависит не только от формы Земли, но и от того, что она вращается вокруг своей оси. Из-за этого на разной широте планеты значение ускорения свободного падения также меняется. Зависимость этого значения наблюдается в зонах, где плотность земной коры отлична от средней плотности Земли, а именно в зонах залегания полезных ископаемых. А раз изменяется ускорение свободного падения, то и изменяются колебания математического маятника. Эту закономерность изменения колебаний используется для поиска залежей нефти и других полезных ископаемых. Для решения данной задачи было переработано много литературы, а также произведен анализ значения ускорения свободного падения в зоне залегания полезных ископаемых и вне их.

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.** Поиск месторождений полезных ископаемых с помощью математического маятника. Условия задачи таковы: были взяты такие месторождения, как Мыхпайское и куст номер 25 Мегионского месторождения, а также опорный пункт за городом. Далее высчитывается ускорение свободного падения на их территории, а так же измеряется его значение за городом.

Данную статью можно разделить на 4 раздела. История открытия математического маятника, вывод формулы, методика измерения и анализ колебаний маятника возле залежей и вне их. Выводы.

#### **История открытия математического маятника.**

Что же такое маятник? Маятник – это любое твердое тело, способное совершать колебания около горизонтальной оси. В статье речь пойдет о математическом маятнике.

Математический маятник – это материальная точка, с массой  $m$ , подвешенная на нерастяжимую нить длиной  $l$ .

Впервые на поведение маятника внимание обратил Галилео Галилей в 1583 году. Находясь во время богослужения в Пизанском соборе, он обратил внимание на люстру. Служители, зажигавшие свечи на люстре, по неосторожности раскачивали её. Галилео заметил, что размахи люстры уменьшались, ослаблялись, но, как ему казалось, качение маятника было одним и тем же. В те времена не было точных часов, и талантливый ученый в качестве замера времени использовал собственный пульс. В домашних условиях он убедился в правоте своих догадок. Но, если бы у Галилео Галилея были точные современные часы, он бы заметил, что небольшая разница во времени между большими и короткими размахами всё-таки есть, но она почти неуловима.

Формула периода колебания математического маятника была выведена голландским учёным Христианом Гюйгенсом (1629-1695 гг.) В 1656 году он создал первые часы с маятниковым механизмом. Для того времени



они измеряли время с поражающей точностью. Это изобретение стало важнейшим этапом в развитии физических экспериментов и практике.

**Вывод формулы и её анализ.** Докажем, что период колебания математического маятника зависит от значения ускорения свободного падения. Рассмотрим следующую ситуацию:

На груз массой  $m$  действует сила тяжести  $F_{тяж}$  и сила упругости нити  $F_{упр}$ . Ось  $Ox$  направим горизонтально. Ось  $Oy$  вертикально. Запишем второй закон Ньютона для данной задачи:

$$ma = \overline{F_{упр}} + \overline{F_{тяж}}$$

$$ma = \overline{F_{упр}} + mg$$

Спроецируем всё на ось  $Ox$

$$ma = -mg \sin \alpha$$

$$a = -g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a}{g} = a \text{ при малых углах}$$

$$a = -g \alpha$$

$$\alpha = \frac{x}{l}$$

$= -kx$ , где  $x$  - расстояние от начальной точки маятника (центра) до его отклонения, а  $k$  - коэффициент квазиупругости.

$$F = -kx = -mg \sin \alpha = -mg \frac{x}{l}$$

$$k = mg \frac{x}{l} * \frac{1}{x} = \frac{mg}{l}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{ml}{mg}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

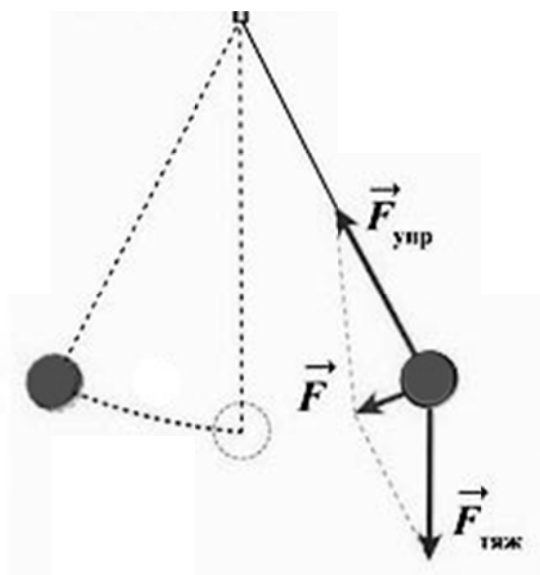


Рисунок 1. Математический маятник

Из этой же формулы можно сделать выводы:

1) Если длина нити математического маятника одинакова, то вне зависимости от массы груза, период колебаний будет один и тот же. Период математического маятника не зависит от массы груза.

2) Если при спуске маятника отклонять его на небольшие расстояния, то период колебаний математического маятника будет одним и тем же, хотя амплитуда колебаний будет изменяться.

Итак, исходя из полученной формулы, период колебаний математического маятника обратно пропорционально зависит от ускорения свободного падения.

Наблюдения над периодом качания одного и того же маятника дают возможность изучить распределение ускорения свободного падения по широте. Этот метод обладает такой точностью, что с его помощью можно обнаружить, что значение  $g$  на одной широте отличаются. Такие аномалии в распределении ускорения свободного падения связаны с неравномерной плотностью земной коры. Данный факт можно использовать в качестве поиска залежей полезных ископаемых. Такие обширные измерения, которые позволяли судить о залегании довольно плотных масс, были выполнены в СССР в области Курской магнитной аномалии под руководством советского физика Петра Петровича Лазарева. В сумме с данными об аномалии магнитного поля эти измерения позволили установить распределение залежей железных руд, которые обуславливали магнитную и гравитационную аномалии.

Можно сформулировать гипотезу: В районе месторождений колебания математического маятника будут отличаться от колебаний, где плотность земли иная.

Говоря научным языком, поиск залежей полезных ископаемых с помощью колебаний математического маятника называется гравиразведкой. Гравиразведка – это геофизический метод, который изучает изменение ускорения свободного падения в связи с изменением плотности геологических тел. Данный вид разведки используется прежде всего для поиска нефти и газа, а также рудных полезных ископаемых. Она отличается от геологической разведки тем, что вся информация извлекается из результатов интерпретации инструментальных измерений, а не путём непосредственных наблюдений. Для проведения гравиразведки используются приборы – гравиметры – точные пружинные весы. Разумеется, они дают более точный результат, нежели измерение колебания маятника, сделанные вручную. Оба этих метода считаются относительными. Гравиметры доступны не каждому человеку. Математический маятник можно сделать из подручных средств – любая нить и небольшой груз.

С помощью математического маятника можно также определить литологию магматических пород, т.к. рост ускорения свободного падения свидетельствует о возрастании концентрации плотных железистых соеди-

нений. Также можно исследовать земную кору, выявлять глубинные тектонические разрушения. Почему же в зонах с другой плотностью земной коры меняется ускорение свободного падения? Ещё Исаак Ньютон в свои времена доказал, что абсолютно все тела притягиваются друг к другу. Именно поэтому Земля не имеет идеальную сферическую поверхность. Под воздействием притяжения Луны и Солнца её поверхность искривляется, превращая форму планеты в неровный эллипсоид. Такой же принцип действует и с месторождениями. Под землей находится большой объём залежей полезных ископаемых, плотность которых отлична от средней плотности земной коры. Вследствие этого, гравитационное поле Земли в районах месторождений отличается от среднего гравитационного поля.



Рисунок 2. Гравиметр

Величину измерения ускорения свободного падения называют Галом или чаще употребляется мГал. Как уже было сказано, математический маятник – относительный метод измерения, имеющий погрешности. Но данный способ измерения имеет поразительную точность. Относительные определения производятся с точностью до нескольких сотен долей мГал. Сложность абсолютного определения заключается в том, что нужно с минимальной погрешностью до  $10^{-7}$  секунд измерить период колебаний математического маятника, а длину маятника до 0,001 мм. Абсолютные измерения проводят лишь в лабораториях или пунктах высшего класса.

**Методика измерения колебаний маятника и анализ его поведения.** Измерения колебаний математического маятника на месторождениях и опорных пунктах проводится следующим образом. Для начала измеряется период колебания  $T_0$  в опорном пункте. Следует провести этот опыт не-

сколько раз для более точного определения периода колебания. Затем измеряется период колебания  $T_n$  во всех других необходимых пунктах, например в зонах потенциальных залежей месторождений. Далее, исходя из выведенной формулы, получается формула  $g_n = g_0 \left(\frac{T_0}{T_n}\right)^2$ . С помощью неё вычисляется величина ускорения свободного падения маятника. На основе анализа аномалии силы тяжести в выбранных зонах делается заключения о положении тел или масс, вызывающих аномалии. Относительные измерения также проще тем, что для их измерения не нужно определять длину маятника. При абсолютных измерениях погрешность измерений с помощью математического маятника приблизительно равна 1-3 мГал в высших опорных пунктах. При наземных исследованиях - 0,1 мГал.

Перейдём непосредственно к измерениям. Для проведения экспериментов были выбраны 3 места. Первое место – территория за городом. 2 – Мыхпайское месторождение, и третье место – куст 25 Мегионского месторождения. Экспериментальные измерения проводились на самодельном маятнике. Грузик отклоняется на небольшой угол  $\alpha$ . Для измерений было взято 30 колебаний. Длина нити была равна 0,219 метров. Для точности эксперимента, опыты проводились 10 раз. Далее всё вычисляется по формуле:  $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = \frac{4\pi^2 l N^2}{t^2}$



Рисунок 3. Самодельный маятник

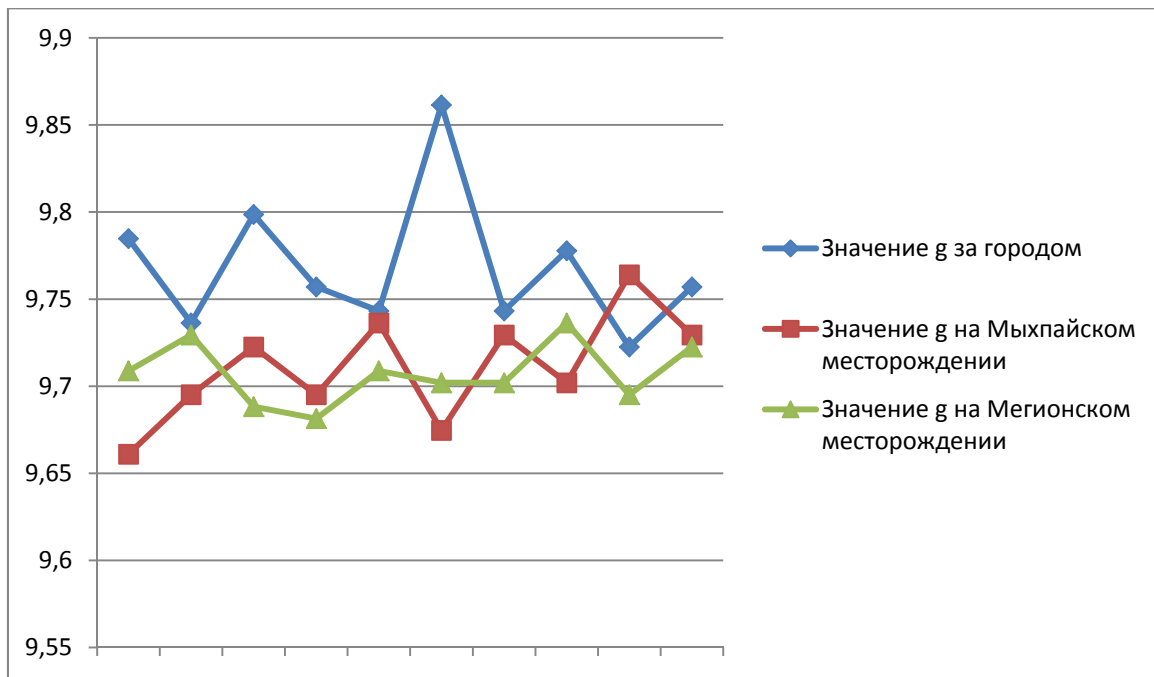


Рисунок 4. Диаграмма значений g

Таблица 1

Таблица измерений за городом

l	N	t	g
0,219	30	28,2	9,784714
0,219	30	28,27	9,736318
0,219	30	28,18	9,798608
0,219	30	28,24	9,757015
0,219	30	28,26	9,74321
0,219	30	28,09	9,861498
0,219	30	28,26	9,74321
0,219	30	28,21	9,777778
0,219	30	28,29	9,722556
0,219	30	28,24	9,757015

Таблица 2

Таблица измерений на Мыхпайском месторождении

l	N	t	g
0,219	30	28,38	9,660989
0,219	30	28,33	9,695121
0,219	30	28,29	9,722556
0,219	30	28,33	9,695121
0,219	30	28,27	9,736318
0,219	30	28,36	9,67462
0,219	30	28,28	9,729433
0,219	30	28,32	9,701969
0,219	30	28,23	9,763929
0,219	30	28,28	9,729433

Таблица измерений на Мегионском месторождении

l	N	t	g
0,219	30	28,31	9,708824
0,219	30	28,28	9,729433
0,219	30	28,34	9,68828
0,219	30	28,35	9,681446
0,219	30	28,31	9,708824
0,219	30	28,32	9,701969
0,219	30	28,32	9,701969
0,219	30	28,27	9,736318
0,219	30	28,33	9,695121
0,219	30	28,29	9,722556

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Итак, исходя из всей сказанной теории, а также опираясь на результаты экспериментов можно сказать, что гипотеза оказалось верной. Смотри на значения  $g$  на графике, можно сделать вывод о том, что за городом значение ускорения свободного падения больше, чем на месторождениях. Это связано с тем, что плотность нефти меньше, чем средняя плотность земной коры, из-за этого гравитационное поле в этих районах слабее. Также данный проект подтверждает точность данного метода. С помощью математического маятника действительно можно искать месторождения, если нет никакой аппаратуры. Это довольно простой и доступный способ.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голец Е. Кто изобрел маятник [Электронный ресурс] / Елена Голец. – Режим доступа: <https://libtime.ru/history/kto-izobrel-mayatnik.html>.
2. Макарыч О. Ю. Гравиметрическое исследование города Белореченска и его окрестностей: научно-исследовательская работа по физике [Электронный ресурс] / О. Ю. Макарыч // Библиотека школьных учебников. – 21.08.2015. – Режим доступа: <https://botana.cc/prepod/fizika/oa3vr6qc.html>.
3. Утёмов Э. В. Гравиразведка: пособие для самостоятельного изучения лекционного курса слушателей курсов повышения квалификации специальности «Геофизика» / Э. В. Утёмов. – Казань : Казанский государственный университет, 2009. – 26 с.
4. Шарафеев А. П. Исследование состава грунта гравиметрическим методом [Электронный ресурс] / А. П. Шарафеев // Платформа для публикаций Pandia.ru. – Режим доступа: <http://pandia.ru/text/77/488/4731.php>.
5. Математический маятник [Электронный ресурс] // Объединение учителей Санкт-Петербурга. – Режим доступа: <http://www.eduspb.com/node/1782>.

6. Формула периода математического маятника [Электронный ресурс] // Научная библиотека. – Режим доступа: [http://sernam.ru/book\\_phis\\_t3.php?id=9](http://sernam.ru/book_phis_t3.php?id=9).

**Авторы:** Исламгулов Д.Р., студент; Гасымов Э.А., студент.

**Научный руководитель:** Косьянов П.М., д-р физ.-мат. наук, профессор. Филиал Тюменского Индустриального Университета в г. Нижневартовске.

**Аннотация:** Статья посвящена вопросам поиска месторождений полезных ископаемых с помощью обыкновенных математических маятников. Проанализировано поведение маятников в зоне потенциальных залежей и вдали от них. В научной работе раскрывается причина данного поведения и делается заключение о том, что в зонах месторождений ускорение свободного падения имеет значение отличное от стандартного. В связи с этим и колебания маятника тоже изменяют свою частоту. Раскрывается перспективность и актуальность гравиразведки для поиска месторождений.

**Ключевые слова:** математический маятник, ускорение свободного падения, период колебаний маятника, месторождения, плотность земной коры, полезные ископаемые, гравиразведка, эллипсоид, гравитационное поле.

**Authors:** Islamgulov D.R., student; Gasymov E.A., student.

**Research Supervisor:** Kosianov P.M., Dr. of Physical-Mathematical Sciences, Professor. Industrial University of Tyumen, the Branch in Nizhnevartovsk.

**Abstract:** The article is devoted to the search of mineral deposits with the help of ordinary mathematical pendulums. The behavior of the pendulum in the zone of potential deposits, and away from them. The scientific work reveals the reason for this behavior and concludes that in the areas of deposits the acceleration of free fall has a value different from the standard. In this regard, the oscillations of the pendulum also change their frequency. Reveals the prospect and actuality of gravity to the search fields.

**Key words:** mathematical pendulum, acceleration of free fall, the period of oscillation of the pendulum, deposits, the density of the earth's crust, minerals, gravity, ellipsoid, gravitational field.

УДК 004.9

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ПОСОБИЯ ПО СИСТЕМАМ СЧИСЛЕНИЯ

*Яубосарова Д.Р., студентка, Хусаинов И.Г., д-р физ.-мат. наук,  
профессор. Стерлитамакский филиал  
Башкирского государственного университета*

В работе создано электронное учебное пособие по системам счисления для базового курса обучения информатике. Пособие рассчитано для школьников.

Тема «Системы счисления» непосредственно относится к математической теории чисел, но эта тема на уроках математики в школе не рассматривается. В базовом курсе информатики нужно изучить эту тему, так

как данные обрабатываются процессором в двоичном коде, но для внешнего представления содержимого памяти, адресов памяти используют шестнадцатеричную или восьмеричную систему. Данная тема благоприятно влияет на развитие логического и алгоритмического мышления у школьников.

В базовом курсе информатики необходимо рассмотреть следующие вопросы [1]:

- позиционные и непозиционные системы счисления;
- правила построения позиционных систем счисления: основание, алфавит;
- краткая и развернутая форма представления чисел в позиционных системах счисления;
- перевод чисел из одной системы счисления в другую;
- специфика двоичной арифметики;
- взаимосвязь двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной систем счисления.

Тема взаимосвязи двоичной, восьмеричной, шестнадцатеричной систем счисления является основой для изучения вопросов, связанных с кодированием и автоматическим выполнением действий над различными типами данных в компьютере, а также хорошо развивает мышление учащихся, расширяет их кругозор.

Для разработки электронного учебного пособия «Системы счисления» использовался язык программирования Delphi. Выбор обусловлен сочетанием простоты и мощности этого языка, который позволяет создавать приложения для интерактивного обучения и тестирования [2, 3]. Кроме того, язык программирования Delphi успешно используется при решении научных задач, в частности, при выполнении вычислительного эксперимента [4].

Электронное пособие состоит из четырех основных пунктов:

- теоретический материал;
- тестирование;
- итоговый контроль;
- калькулятор.

При выборе пункта «Теоретический материал» пользователь попадает на слой со всем необходимым теоретическим материалом, выполненном в приятном стиле.

Слева расположен древовидный список всех разделов теоретического материала, в правом верхнем углу – кнопка закрытия слоя «Теоретический материал», а все остальное пространство занимает обращение к пользователю «Выберите необходимый раздел теоретического материала».

После того как пользователь выбирает интересующий его раздел, вместо обращения к пользователю появляется текст раздела в окне состоящем из нескольких страниц, для навигации по которым есть стрелки.



В пункт «Тестирование» можно попасть через главное меню, либо при прочтении теоретического материала. Единственная разница в том, что при переходе к тестированию через основное меню, пользователь сам выбирает необходимый раздел, в то время как из теории можно попасть только к соответствующему тесту.

В левом верхнем углу расположена кнопка, необходимая для перехода к соответствующему разделу теоретического материала, внизу – навигационная панель со стрелками для перелистывания вопросов и кнопка «Завершить тестирование».

Пользователь должен ответить на вопросы, выбирая по одному варианту на каждой странице. Если пользователь попытается завершить тестирование, не ответив на все вопросы, то он получит оповещение от системы, о том, что есть вопросы, на которые необходимо ответить.

Если пользователь отклонит сообщение, тогда у него будет возможность продолжить тестирование. В противном случае он получит сообщение с результатами тестирования.

Пройденные пункты тестирования отмечаются серым цветом, и пройти их повторно нельзя.

Пункт «Тестирование» делится на 4 раздела:

- история систем счисления;
- позиционные и непозиционные системы счисления;
- перевод чисел;
- арифметические операции.

Раздела «Итоговый контроль» три контрольные работы по изученным материалам. Этот раздел реализован аналогично разделу тестирования, за исключением того, что ученик должен не выбрать один из вариантов, а ввести значения.

По завершению работы, пользователь так же получает сообщение с результатом, после чего уже не может вернуться к данной работе.

Раздел калькулятор является вспомогательным для пользователя. Здесь ученик может перевести числа из одной системы в другую.

Вывод. Таким образом, в работе создано электронное учебное пособие, которое может быть использовано при прохождении темы «Системы счисления» в школьном курсе информатики. Пособие успешно прошло апробацию в школе при прохождении автором статьи педагогической практики.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Лапчик М. П. Методика преподавания информатики: Учеб. пособие для студ. пед. вузов / М. П. Лапчик, И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер; общ. ред. М. П. Лапчик. – Москва : Издательский центр «Академия», 2001. – 624 с.

2. Могилев А. В. Практикум по информатике: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. В. Могилев – Москва : Издательский центр «Академия», 2011. – 608 с.

3. Хусаинов И. Г. Роль интерактивных технологий на уроках информатики в развитии этического воспитания учащихся / И. Г. Хусаинов, Р. А. Рахимова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 488.

4. Хусаинов И. Г. Тепловые процессы при акустическом воздействии на насыщенную жидкость пористую среду / И. Г. Хусаинов // Вестник Башкирского университета. – 2013. – Т. 18, № 2. – С. 350–353.

**Автор:** Яубосарова Д.Р., студентка, [ivt30@mail.ru](mailto:ivt30@mail.ru)

**Научный руководитель:** Хусаинов И.Г., д-р физ.-мат. наук, профессор. Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета.

**Аннотация:** В работе создано электронное учебное пособие по системам счисления для базового курса обучения информатике. Электронное пособие состоит из четырех основных пунктов: теоретический материал; тестирование; итоговый контроль; калькулятор. Пособие может быть использовано при прохождении темы «Системы счисления» в школьном курсе информатики.

**Ключевые слова:** система счисления, электронное пособие, информатика, школа, тест, калькулятор.

#### DEVELOPMENT OF THE ELECTRONIC HANDBOOK BY SYSTEM OF CALCULATION

**Author:** Yaubasarova D.R., student, [ivt30@mail.ru](mailto:ivt30@mail.ru)

**Research supervisor:** Khusainov I.G., PhD of Physical and Mathematical Sciences, professor Sterlitamak branch Bashkir state university.

**Abstract:** An electronic textbook on number systems for a basic course in computer science has been created. The electronic manual consists of four main points: theoretical material; testing; final control; calculator. The manual can be used when passing the topic "Number systems" in the school course of computer science.

**Key words:** number system, electronic manual, informatics, school, test, calculator.

УДК.378.018

#### ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

*Савельева Н.Н., канд. пед. наук, доцент.  
Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске*

В настоящее время проблема эффективности обучения в вузе и повышения качества знаний специалиста связана с быстрым увеличением объема научной и промышленной, следовательно, и учебной информации.

Это, в свою очередь, вызывает необходимость реформирования образования путем совершенствования учебного процесса, активизация его внутренних резервов, интенсификации и оптимизации [1]. Вместе с тем, традиционное обучение не способствует активному освоению новой информации, поскольку является преимущественно репродуктивным, ориентированным на представление знаний и способов действия, которые передаются студентам в готовом виде [4]. В связи с этим актуальным является создание и внедрение новых обучающих технологий, методов управления обучения и систем контроля, обеспечивающих активную познавательную деятельность студентов, развитие их интеллектуальных, профессиональных и творческих способностей, отвечающих мировым стандартам в области профессиональной подготовки [2].

Одним из путей повышения эффективности обучения является введение элементов научных исследований в учебный процесс в виде обучающих программ, что позволяет существенно сократить сроки адаптации выпускников к научным и производственным проблемам на производстве.

С целью создания обучающей программы в будущей профессиональной области деятельности автором разработаны компоненты дидактического инструментария, моделирующих алгоритмов и графического интерфейса.

Моделью учебного процесса является поисковая учебная деятельность, которая включает следующие составляющие: постановка задач; выдвижение и проверка гипотез, формализация исходной информации; генерирование альтернативных вариантов; экспертная оценка; построение математической модели; формирование моделирующего алгоритма; оптимизация решения математической модели; визуальное отображение результатов решения задач; анализ результатов; варьирование исходных данных и моделей в ряде последовательных итераций исследовательского процесса; создание базы данных и знаний, и ряд других этапов.

В соответствии с предложенной моделью разработана схема алгоритма. Затем создана обучающая программа. Она выполнена на языке Delphi.

Исходная и выходная информация представлена в визуальной форме, разработанной в среде Delphi (рисунок 1). Результаты исследований формируются в виде таблиц и графиков. Алгоритм обеспечивает формализованное представление исходных и выходных данных, проверку гипотезу по предварительному анализу ограничений и целевой функции, оптимизацию исследуемых параметров в виде итерационного процесса в диалоговом режиме и ряд других функций. Создана база данных, которая используется для формирования математических моделей, моделирующих алгоритмов, методов решения оптимизационных задач, представления результатов в требуемом формате. Функциональные клавиши обеспечивают управление вычислительным процессом в зависимости от цели исследования.

Данная модель опробована при изучении дисциплины «Основы инженерного проектирования». Эта дисциплина учебного плана по направлению 21.03.01.Нефтегазовое дело, а также может применяться для других технических специальностей для выполнения лабораторных и практических работ.

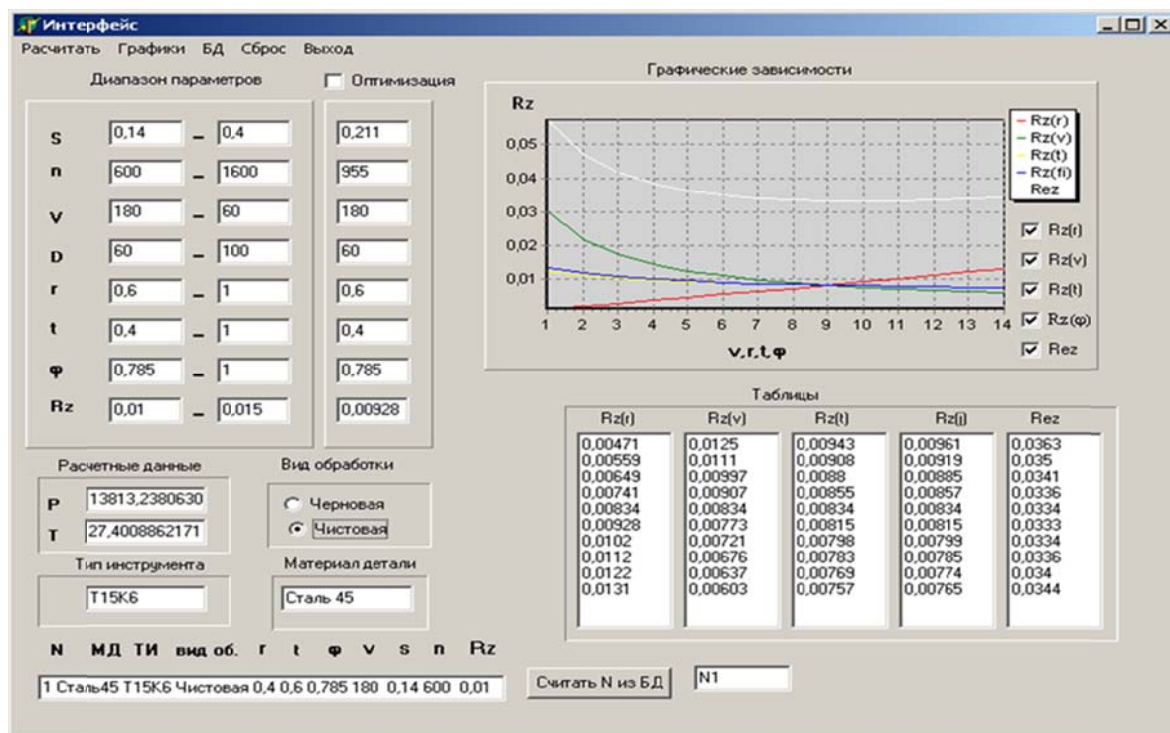


Рисунок 1. Интерфейс выбора оптимальных параметров технологического оборудования

Теоретический материал дисциплины представлен в виде лекций и учебно-методических материалов в электронном виде. Практический блок включает лабораторный практикум, индивидуальные контрольные задания, работа над научно-исследовательским проектом. Комплекты индивидуальных заданий хранятся в базе данных. Контроль базовых знаний, осуществляется с помощью тестов и контрольных работ, которые соответствуют определенным эталонам усвоения.

В лабораторном практикуме выполняются лабораторные работы с элементами научных исследований. Например, на одной из работ с помощью созданных математических моделей и алгоритмов оптимизация исследовано влияние шероховатости на параметры режимов резания и производительность оборудования [3].

Экспериментальная проверка созданных обучающих программ показала более глубокое усвоение изучаемого материала, заинтересованность в получении оптимальных результатов и эффективность компьютерного моделирования с позиции точности и скорости получения оптимального решения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Веряев А. А. Соотношение и связь современных информационных и педагогических технологий / А. А. Веряев // Вестник БГПУ. Сер.: Психолого-педагогические науки / Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы. – Барнаул, 2004. – Вып. 4. – С. 114–120.

2. Вехтер Е. В. Информационно-методическое обеспечение подготовки бакалавров техники и технологий к проектно-конструкторской деятельности / Е. В. Вехтер, А. А. Захарова, М. Г. Минин // Уровневая подготовка специалистов: государственные и международные стандарты инженерного образования: сборник науч.-метод. конф. 26–30 марта 2013 г. – Томск, 2013. – С.165-166.

3. Савельева Н. Н. Применение информационных технологий при организации процесса подготовки студентов для высокотехнологичных предприятий / Н. Н. Савельева // Информационные ресурсы в образовании: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Нижневартовск, 2013. – С. 68-71.

4. Савельева Н. Н. Подготовка будущих бакалавров-нефтяников к профессиональной деятельности на высокотехнологичных предприятиях / Н. Н. Савельева. – Тюмень : ТИУ, 2017. – 121 с. : ил.

**Автор:** Савельева Н.Н., кандидат пед. наук, nnsavelieva@yandex.ru

**Аннотация:** Актуальным является создание и внедрение новых обучающих технологий, обеспечивающих активную познавательную деятельность. Одним из путей повышения эффективности обучения является введение элементов научных исследований в учебный процесс. Для этого автором разработаны компоненты дидактического инструментария в виде обучающих программ и графического интерфейса, используемого для обучения студентов.

**Ключевые слова:** эффективный образовательный процесс, информационные технологии, методы компьютерного моделирования, обучающие программы, научно-исследовательская деятельность.

### THE POSSIBILITIES OF USING INFORMATION TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL PROCESS OF TECHNICAL UNIVERSITY

**Author:** Savelyeva N.N. PhD, professor of Industrial University of Tyumen. nnsavelieva@yandex.ru

**Abstract:** The creation and implementation of new educational technologies, providing active cognitive activity is relevant. One of the ways to improve the effectiveness of training is the introduction of elements of scientific research in the educational process. To do this, the author developed components of didactic tools in the form of training programs and a graphical interface used for teaching students.

**Keywords:** effective educational process, information technologies, methods of computer modelling, training programs, research activities.

## **ВЫВОД ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛЕНОИДА ПРИ ПОМОЩИ ЗАКОНА БИО-САВАРА-ЛАПЛАСА**

*Чифилёв С.М., студент; Велиев Р.А. о., студент;*

*Косьянов П.М., д-р физ.-мат. наук, профессор.*

*Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске*

### **Введение**

При конструировании большого количества электротехнических устройств часто приходится рассчитывать магнитные поля. Рассчитать магнитное поле – это в каждой точке данного пространства найти величину и направление векторов магнитной индукции, построить линии магнитной индукции и выяснить конфигурацию магнитного поля. Источниками магнитного поля, как правило, являются проводники с током, поэтому и расчёт ведётся для проводников. При этом применяется два метода. В случае, когда нужно рассчитать магнитное поле одного или нескольких проводников определённой формы, применяется закон Био-Савара-Лапласа, если же количество проводников велико и расположены они каким-то закономерным образом, применяется теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля. Рассмотрим первый метод – закон Био-Савара-Лапласа.

Это физический закон для определения вектора индукции магнитного поля, порождаемого постоянным электрическим током. Был установлен экспериментально в 1820 году Жаном Батистом Био и Феликсом Саваром и сформулирован в общем виде Пьер-Симоном Лапласом. Лаплас показал также, что с помощью этого закона можно вычислить магнитное поле движущегося точечного заряда (считая движение одной заряженной частицы током).

Закон Био-Савара-Лапласа является крайне важным законом в магнитостатике. По значимости он равносителен закону Кулона в электростатике, его можно считать главным законом магнитостатики, получая из него остальные её результаты.

Рассмотрим этот закон и случаи его применения.

Определение магнитных полей при помощи закона Био-Савара-Лапласа

После опытов Ганса Христиана Эрстеда, Био и Савар принялись исследовать магнитные поля в воздухе от различных источников, в числе которых круговые и соленоидальные токи. После многочисленных опытов, они пришли к выводам:

А) индукция магнитного поля, создаваемого электрическим током, пропорциональна силе тока;

Б) магнитная индукция зависит от формы и размеров проводника с током;

В) магнитная индукция в произвольной точке зависит от расположения этой точки относительно проводника с током

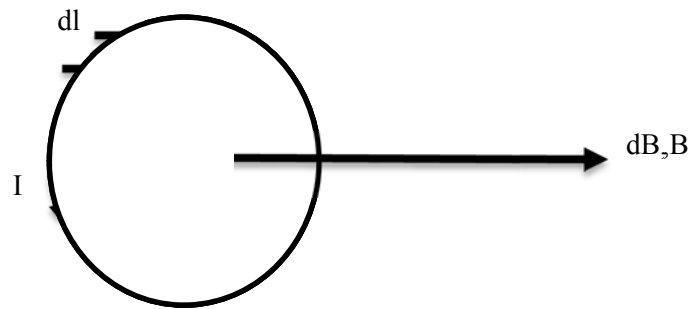
Математическое выражение закона в скалярной форме:

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin \alpha}{r^2}$$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}$$

В векторной форме:

Закон Био-Савара-Лапласа для вычисления магнитного поля в центре кругового проводника с током:

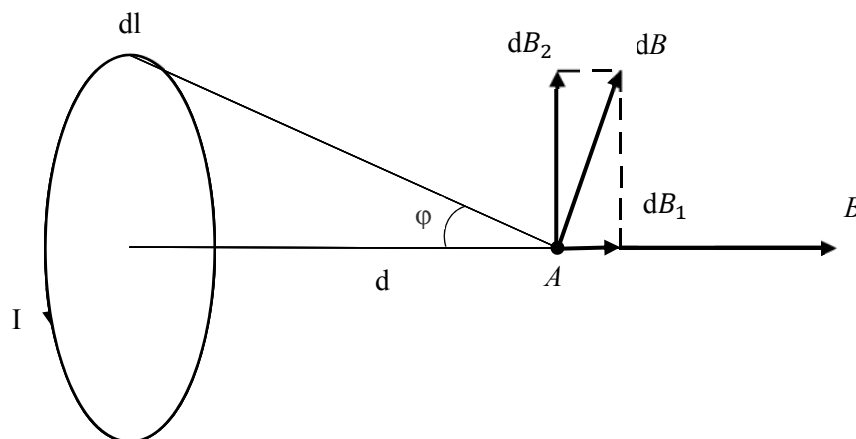


$$dB = \frac{\mu \cdot \mu_0}{4\pi} \frac{I}{R^2} dl$$

$$B = \int dB = \frac{\mu \cdot \mu_0}{4\pi} \frac{I}{R^2} \int dl = \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot I}{4\pi R^2} 2\pi \cdot R = \mu \cdot \mu_0 \frac{I}{2R}$$

$$B = \mu \cdot \mu_0 \frac{I}{2R}$$

Магнитное поле на оси кругового проводника с током:



$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot dl}{r^3} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl}{(R^2 + d^2)^{3/2}}$$

$$dB_1 = dB \sin \varphi$$

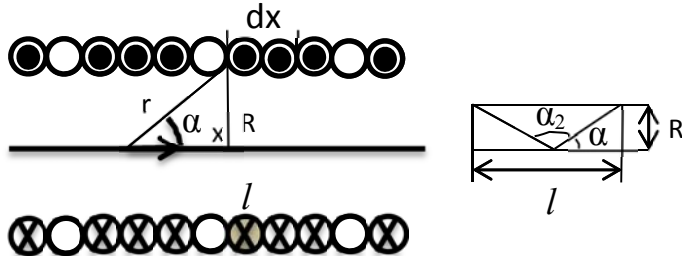
$$\sin \varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + d^2}}$$

$$B_1 = \int_0^{2\pi R} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot R \cdot dl}{(R^2 + d^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot 2\pi R^2}{(R^2 + d^2)^{3/2}}$$

$$B_2 = \sum dB_2 = 0$$

$$B = B_1$$

Магнитное поле соленоида конечных размеров:



$$n = \frac{N}{l}; \quad B_1 = \frac{\mu\mu_0}{2} \frac{IR^2}{(R^2 + x^2)^{3/2}} \quad \text{— индукция, созданная одним витком}$$

$dB = B_1 ndx$  — индукция, созданная витками, лежащими в интервале  $dx$

$$dB = \frac{\mu\mu_0}{2} \frac{IR^2}{(R^2 + x^2)^{3/2}} ndx$$

$$x = \frac{R}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad d(\operatorname{tg} \alpha) = d\left(\frac{R}{x}\right); \quad \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha} = -\frac{R}{x^2} dx; \quad dx = -\frac{x^2}{R} \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha};$$

$$dx = -\frac{R}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha} = -\frac{R d\alpha}{\sin^2 \alpha}$$

$$(R^2 + x^2)^{3/2} = \left(R^2 + \frac{R^2}{\operatorname{tg}^2 \alpha}\right)^{3/2} = R^3 \left(\frac{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha}\right)^{3/2} = \frac{R^3}{\sin^3 \alpha} = r^3$$

$$dB = -\frac{\mu\mu_0 IR^2 n \sin^3 \alpha R d\alpha}{2R^3 \sin^2 \alpha} = \frac{\mu\mu_0 I n \sin \alpha}{2} d\alpha$$

$$B = \int dB = \frac{\mu\mu_0 I n}{2} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \sin \alpha d\alpha = \frac{\mu\mu_0 I n}{2} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$

Магнитное поле соленоида бесконечных размеров:

Если соленоид бесконечно длинный  $l \Rightarrow \infty$ , то  $\alpha_1=0$ ,  $\alpha_2=\pi \Rightarrow$

$\operatorname{Cos} \alpha_1=1$ ,  $\operatorname{Cos} \alpha_2=-1$ . Следовательно  $B = \mu\mu_0 I n = \mu\mu_0 N I / l$

Также рассчитать поле соленоида бесконечных размеров можно и другим способом:

$$d = \frac{l}{N} \quad \text{— диаметр витка. } R \text{ — радиус соленоида}$$

$$B_k = \frac{\mu_0 I}{2\sqrt{R^2 + [(k-1)d]^2}}; \quad B = \sum_{k=1}^n B_k = \frac{\mu_0 I}{2} \sum_{k=1}^n \frac{1}{\sqrt{R^2 + [(k-1)d]^2}};$$



$$C = \frac{R}{d}$$

Введём константу  $C = \frac{R}{d}$ , где  $R$  – радиус соленоида

$$B = \frac{\mu_0 I}{2} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{R^2 + (k-1)^2 \frac{R^2}{C^2}}} = \frac{\mu_0 I}{2R} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{1 + \left[\frac{k-1}{C}\right]^2}} = \frac{\mu_0 I}{2R} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{\left[\frac{k-1}{C}\right]^2}} = \frac{\mu_0 I}{2R} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\left(\frac{k-1}{C}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2R} \sum_{i=1}^n \frac{C^{\frac{3}{2}}}{(k-1)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_0 I C^{\frac{3}{2}}}{2R} \sum_{i=1}^n \frac{1}{(k-1)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_0 I C^{\frac{3}{2}}}{2R} \int_b^{\infty} (x-1)^{-\frac{3}{2}} dx = \frac{\mu_0 I C^{\frac{3}{2}}}{2R} \left[ -(x-1)^{-\frac{1}{2}} \right]_b^{\infty} =$$

$$\frac{\mu_0 I C^{\frac{3}{2}}}{2R} \left[ -2 \frac{1}{\sqrt{x-1}} - \left(-2 \frac{1}{\sqrt{b-1}}\right) \right] = \frac{\mu_0 I C^{\frac{3}{2}}}{2R} \frac{2}{\sqrt{b-1}}, \text{ b – нижний предел интегра-}$$

ла  $b = \frac{R}{d} + 1 \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{d} = \frac{\mu_0 I N}{l}$

### Экспериментальное обоснование

Рассчитаем магнитное поле соленоида экспериментально, используя оборудование университета. В качестве L1 – один или два соленоида на стойках, соединённые последовательно, L2 – эталонный датчик. Перемещая датчик вдоль оси соленоида, убеждаемся в том, что внутри соленоида поле практически однородно, а вблизи концов – уменьшается.

Индукция магнитного поля длинного соленоида:

$$B_m = \mu_0 \cdot N \cdot I_m / l = \mu_0 \cdot N I_1 \cdot U_1 \sqrt{2} / l = \mu_0 \cdot N \cdot \frac{dU_1}{2l} \text{ где } l=120\text{мм} \text{ – длина одно-}$$

го соленоида,  $N$  – число витков в одном соленоиде.

При гармоническом сигнале частотой  $V$  напряжение  $U_2$  на индукционном датчике и напряжение  $U_1$  на датчике тока сопротивлением  $R_0$ , числом витков  $N_0$  и площадью сечения  $S_0$ , связаны соотношением:

$$U_2 = \frac{U_1 \cdot 2\pi\nu\mu_0 N N_0 S_0}{l R_0}$$

В качестве L1 – соленоид модуля МОЗ «Поле в веществе», L2 – датчики Д1, Д2 и Д3. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты измерений на соленоиде

R0=1,0 Ом	Датчик 1	Датчик 2	Датчик 3
V, Гц	200	200	200
dU1, мВ	600	600	600
Bm, мТл	3,96	3,96	3,96
dU2, мВ	1080	1080	1080
Bm, мТл	3,91	3,91	3,91

Погрешность получилась незначительной  $\Delta B = 1,26\%$

### **Заключение**

Таким образом, мы изучили закон Био-Савара-Лапласа, рассмотрели случаи его применения. Также хотелось бы отметить, что в современной формулировке закон Био-Савара-Лапласа чаще рассматривают как следствие двух уравнений Максвелла для магнитного поля при условии постоянства электрического поля, т.е. в современной формулировке уравнения Максвелла выступают как более фундаментальные (прежде всего хотя бы потому, что формулу Био-Савара-Лапласа нельзя просто обобщить на общий случай полей, зависящих от времени). Используя данный закон вывели новым, оригинальным способом, формулу для магнитного поля соленоида, совпадающую с выражением, полученным из теоремы о циркуляции вектора  $B$ . Привели экспериментальную проверку полученного выражения индукционным методом. В пределах погрешности  $\Delta B = 1,26\%$  результаты совпали.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Дягилев Ф. М. Физика: учеб. пособие в 3 ч./ Ф. М. Дягилев, А. А. Клочков, В. Ф. Дягилев; общ. ред. Ф. М. Дягилев. – Ч. 2: «Электромагнетизм». – Нижневартовск : Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2006. – 173 с.
2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учебник. / Л. А. Бессонов. – 10-е изд., стереотипное. – Москва : Гардарики, 2003. — 317 с.: ил.
3. Трофимова Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова – Москва: Высшая школа, 1997. – 542 с.
4. Косьянов П. М. Лабораторный практикум по общему курсу физики: учеб. пособие / П. М. Косьянов. – Тюмень : Издательство ТюмГНГУ, 2015. – 124 с.

**Авторы:** С.М. Чифилёв, студент; Р.А. о. Велиев, студент.

**Научный руководитель:** П.М. Косьянов, д-р физ.-мат. наук, профессор. Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске.

**Аннотация:** В статье ставится задача выведения выражения для магнитного поля соленоида при помощи закона Био-Савара-Лапласа. Для этого рассмотрены магнитные поля других проводников с токами с помощью закона Био-Савара-Лапласа. Приведен оригинальный вывод формулы. Также в данной статье приведены экспериментальные данные по измерению магнитного поля соленоида. Обоснована значимость закона Био-Савара-Лапласа для решения задач по нахождению магнитных полей.

**Ключевые слова:** вектор магнитной индукции, закон Био-Савара-Лапласа, магнитное поле соленоида, теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля.

### **DERIVATION OF AN EXPRESSION FOR THE MAGNETIC FIELD OF THE SOLENOID USING THE LAW OF BIOT-SAVART-LAPLACE**

**Authors:** S.M. Chifilev, student; R.A. o. Veliev, student.

**Research Supervisor:** P.M. Kosyanov, PhD, Professor. Tyumen industrial University, the branch in Nizhnevartovsk.

**Abstract:** The article raises the problem of derivation of the expression for the magnetic field of the solenoid when using the law of Biot-Savart-Laplace. For this purpose, the magnetic fields of other conductors with currents using the law of Bio-Savar-Laplace are considered. The original conclusion of the formula is given. Also in this article experimental data on the measurement of the magnetic field of the solenoid are presented. The importance of the law of Bio-Savar-Laplace for solving problems of finding magnetic fields is substantiated.

**Key words:** the vector of magnetic induction, the law of Biot-Savart-Laplace magnetic field of the solenoid, the theorem on circulation of vector of magnetic field induction.

УДК 004.42

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО СПЕЦИАЛИСТА НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

*Середина О.Н., студентка; Хасанишина А.А., студентка;  
Лаптева С.В., канд. пед. наук, доцент.*

*Тюменский индустриальный университет, филиал в г. Ноябрьске*

В настоящее время многие вузы страны осуществляют разработку и внедрение информационных систем (ИС) для размещения электронных портфолио обучающихся и преподавателей. Требование наличия электронных портфолио обучающихся (студентов, магистрантов и аспирантов) сформулировано в федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования (ФГОС ВО).

В нашей стране процесс разработки данных систем находится на начальном этапе формирования; вместе с тем ряд вузов страны уже имеют опыт разработки и варианты практической реализации данных ИС, например, системы электронных портфолио. Тюменский индустриальный университет имеет свою собственную разработку – систему поддержки учебного процесса EDUCON, в которой каждый обучающийся может представить все свои достижения для формирования рейтинга обучающихся.

Авторы статьи предлагают рассмотреть вопрос о подготовке обучающихся к формированию подобного портфолио и использования для этого компьютерных технологий. Для этого необходимо пересмотреть содержание обучения студентов по дисциплине «Информатика» и построить учебный процесс таким образом, чтобы студенты были готовы к тому, чтобы использовать полученные знания, умения и навыки для создания и ведения своего электронного портфолио.

Данный процесс не является простым, так как он должен дать студентам те знания и умения, которые позволят им в дальнейшем «влиться» в научно-исследовательскую работу, участвовать в различных конференциях и проектах, проявлять креативность и инициативу при принятии ре-

шений во время учебной, производственной и преддипломной практик. По окончании учебы обучающийся должен уметь продемонстрировать свои способности в профессиональной деятельности и показать работодателю, что тот может «рассчитывать» на молодого специалиста, являющегося конкурентоспособным на рынке труда [1].

Авторы предлагают также усовершенствовать и расширить портфолио, то есть вводить в него результаты разнообразных видов деятельности (учебной, научно-исследовательской, социальной и др.), затем стандартизировать и вывести это в базу данных. Следовательно, портфолио будет трактоваться шире, чем просто документ электронный, либо бумажный носитель.

Для осуществления такой базы проводим плановую и специально организованную индивидуальную подборку материалов и документов, которые демонстрируют усилия, динамику и достижения в различных областях.

Портфолио – база данных поможет решить следующие задачи:

- поддерживать высокую мотивацию;
- формировать умение учиться-ставить цели, планировать, анализировать и организовывать собственную деятельность;
- поощрять активность и самостоятельность, расширять возможности обучения, практики и самообучения;
- развивать и формировать навыки рефлексивной и оценочной деятельности;
- содействовать персонализации образования;
- определять количественные и качественные индивидуальные достижения;
- создавать предпосылки и возможности для успешной социализации студентов и трудоустраиваемых [2].

Основные направления деятельности студента в процессе обучения в высшем учебном заведении, основанные на использовании знаний, умений и навыков по информационным и компьютерным технологиям:

- учебная работа (решение учебных задач с использованием ЭВМ; оформление отчетности по различным дисциплинам; участие в олимпиадах и конкурсах с использованием дистанционных технологий; поиск информации для заданий самостоятельной работы; оформление курсовых и выпускных квалификационных работ);
- научно-исследовательская работа (подготовка и оформление статьи на конференцию или конкурс; подготовка и оформление презентации для очного участия студента в конкурсе, конференции и/или семинаре; разработка презентации для курсовых и выпускных квалификационных работ; подготовка и оформление отчетов по всем видам практики);
- организационная работа (оформление электронного портфолио; оформление заявок для участия в конкурсах; оформление документации

для различных видов деятельности, включая оформление представления на повышенную государственную академическую стипендию или другие именные стипендии).

Таким образом, портфолио становится одним из средств, которые обеспечивали бы «запуск» механизмов самообразования, самопознания и самоактуализации личности, а также способствовали бы формированию мотивации достижения.

Как говорилось ранее, одним из предлагаемых решений по подготовке к созданию (или разработке) портфолио является корректировка типовых заданий по дисциплине «Информатика» с целью получения студентами навыков создания такого средства для демонстрации достижений обучающегося. Это может быть некая сквозная задача, которая может охватывать различные аспекты подготовки и позволять студенту проявлять себя с различных сторон: как аналитику, исследователю и разработчику.

В связи с этим содержание курса «Информатика» корректируется согласно поставленной задаче – наполнить курс заданиями, позволяющими сформировать портфолио обучающегося для дальнейшего использования в своей профессиональной деятельности.

В таблице 1 приведены темы и типовые задания, которые позволят обучающимся углубить полученные в школьном курсе информатики знания, умения и навыки, а также позволят проявить самостоятельность, креативность и творческий потенциал в решении задач, связанных с разработкой и ведением портфолио.

**Таблица 1**

**Содержание типовых заданий по дисциплине «Информатика»**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Типовые задания</b>
1	Программные средства реализации информационных процессов.	Работа с файлами и файловой структурой. Архивирование данных. Проверка файлов средствами антивирусных программ. Оформление документов средствами текстового процессора MS Word. Расчет статистических данных средствами табличного процессора MS Excel. Оформление презентации средствами редактора. Создание, ведение и администрирование баз данных средствами СУБД MS Access. Работа с периферийными устройствами. Использование драйверов.
2	Модели решения функциональных и вычислительных задач	Построение модели научно-исследовательской работы студента (с описанием функциональных компонентов).
3	Алгоритмизация и программирование	Разработка алгоритма построения портфолио с использованием персонального компьютера

4	Технологии программирования	Проектирование этапов научно-исследовательской деятельности (структурный подход).
5	Базы данных	Проектирование базы данных достижений студентов. Разработка портфолио с использованием СУБД MS Access.
6	Локальные и глобальные сети ЭВМ	Поиск данных. Сбор информации в глобальной сети Интернет. Работа с библиотечными системами. Написание статьи. Работа с электронной почтой. Работа с периферийными устройствами. Работа с системами обработки текста (проверка на антиплагиат, переводчики, синонимайзеры, преобразование файла из одного формата в другой и др.).

Внедрение портфолио, как систематизированной базы данных о достижениях обучающихся, для студентов рассматривается, как одно из интересных сторон его модернизации, который позволит не только углубить знания и умения по компьютерным технологиям, но и способствовать развитию определенных компетентностей, необходимых студенту для адаптации среди окружающих, отслеживания личных достижений, помощи при трудоустройстве на практику, работу. Использование в будущем таких баз позволит студенту испытать воздействие этих инноваций на себе, привыкнуть к ситуации требований определенных методов, выработать умение организовывать свою самостоятельную работу, раскрыть свои творческие возможности. В последующем после окончания учебы для студента или при новом трудоустройстве работника, он сможет применять технологии баз данных и методы портфолио органично, без особых усилий [3].

Использование технологии портфолио, как баз данных уже набирает обороты на серьезных предприятиях нашей страны опираясь на уже существующие и зарегистрированные базы РФ.

В настоящее время результаты оценки портфолио учитываются также при проведении экзамена по дисциплине. В ближайшей перспективе авторами планируется развитие технологии портфолио в направлении доработки критериев оценивания портфолио и проведения его публичной защиты. Выработка критериев оценивания портфолио должна согласовываться с рейтинговой системой отметок знаний студентов, и востребована в дальнейшем работодателем.

Заполнение портфолио в уже действующих системах, таких, как система поддержки учебного процесса EDUCON, позволяет собрать все в единое целое и предоставлять руководству достижения студентов. Но учитывая дальнейшую работу выпускников над своим портфолио, хотелось бы преобразовать данное портфолио в другой вид или формат, и «вынести» из учебного заведения уже готовое портфолио в электронном виде, способном в дальнейшем дополняться. Другими словами, должна быть некая база данных, которая может наполняться без каких-либо дополнительных средств. В связи с этим авторами на перспективу предлагается в будущем

разработать некое программную систему по заполнению и хранению данных о студенте, которое будет независимой компьютерной системой, хранящей в себе все достижения студента, а в дальнейшем и специалиста в своей области, в которой он будет работать.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анопченко Т. Ю. Составление индивидуального электронного портфолио в соответствии с кредитно-модульной системой обучения / Т. Ю. Анопченко, В. А. Максимов, И. В. Мошкин. – Ростов-на-Дону : АкадемЛит, 2011. – 160 с.

2. Старовикова И. В. Теория и методика обучения информатике: учебно-методический комплекс дисциплины / И. В. Старовикова, В. М. Шукшина. – Бийск : Бийский пед. гос. ун-т им. В. М. Шукшина, 2009. – 102 с.

3. Понятие портфолио в образовании [Электронный ресурс] // Портфолио как альтернативный способ оценивания. – Режим доступа: <http://www.sites.google.com/site/portfolioftip/ponatie-portfolio-v-obrazovanii>.

**Автор:** Середина О.Н., студентка, [olgaseredina55@gmail.com](mailto:olgaseredina55@gmail.com); Хасаншина А.А., студентка, [adelinka9800@mail.ru](mailto:adelinka9800@mail.ru)

**Научный руководитель:** Лаптева С.В., канд. пед. наук, доцент, филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске.

**Аннотация:** В статье рассматривается вопрос о разработке практического курса информатики для студентов нефтегазового профиля с акцентом на получение навыков разработки студенческого портфолио. С этой целью корректируется содержание курса, и строится учебный процесс таким образом, чтобы студенты могли использовать полученные знания, умения и навыки для создания и ведения своего электронного портфолио. Авторы предлагают также усовершенствовать и расширить портфолио за счет ввода в него результатов разнообразных видов деятельности и использования дополнительных программных средств.

**Ключевые слова:** компьютерные технологии, портфолио, дисциплина, содержание курса, программные средства, база данных, основные виды деятельности студента.

## COMPUTER TECHNOLOGY IN THE PREPARATION OF COMPETITIVE SPECIALIST OIL AND GAS INDUSTRY

**Author:** Seredina O.N., student, [olgaseredina55@gmail.com](mailto:olgaseredina55@gmail.com); Khasanshina A.A., student, [adelinka9800@mail.ru](mailto:adelinka9800@mail.ru)

**Research supervisor:** Lapteva S.V., PhD, associate Professor, Branch of the Tyumen industrial University in Noyabrsk.

**Abstract:** The article deals with the question of the development of a practical course of Informatics for oil and gas students with an emphasis on obtaining the skills to develop a student portfolio. To this end, the content of the course is adjusted, and the educational process is built so that students can use the knowledge, skills and abilities to create and maintain their electronic portfolio. The authors also propose to improve and expand the portfolio through the introduction of the results of various activities and the use of additional software.

**Keywords:** computer technology, portfolio, discipline, course content, software, database, main activities of the student.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ В АВТОМАТИЗАЦИИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

*Лукьянов Д.Р., студент; Середина О.Н., студентка;  
Лаптева С.В., канд. пед. наук, доцент.*

*Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске*

Существуя в условиях жесткой конкуренции, нефтегазовая промышленность развивается за счет новейших информационных и компьютерных технологий. Любое из направлений нефтегазовой отрасли характеризуются тем, что требуют использования больших энергетических затрат. Чтобы сэкономить, приходится использовать новейшие энергосберегающие технологии, а это требует строго контроля и четкого управления хозяйством. Только автоматизированная система управления в данном случае может справиться на все 100% с данной задачей. Благодаря ей, работа объекта превращает его в эффективное и конкурентоспособное предприятие, выпускающее высококачественный продукт с минимальной себестоимостью и отвечающий мировым нормам экологической безопасности [1].

В связи с этим актуальной является задача внедрения автоматизированной системы управления на предприятии по нефтегазодобыче, по переработке этого сырья и на предприятия нефтехимии.

АСУ ТП по добыче и переработке нефти и газа представляет из себя целый комплекс программного обеспечения, который дает возможность получать необходимую информацию о состоянии объекта в реальном времени, анализировать ее, отображать через графики и таблицы, заносить в архивные базы для будущего использования и т.д. К ним относятся как системы DCS (распределенные системы управления), так и системы SCADA (системы диспетчерского управления и сбора данных).

В связи с этим целью нашего исследования является анализ существующих информационных систем (на примере SCADA-систем), используемых в российской нефтегазовой отрасли, и описание перспективных направлений, связанных с развитием компьютерных технологий.

Большинство SCADA-пакетов представляют собой набор нескольких программных подсистем (база данных реального времени, ввод-вывод, предыстории аварийных ситуаций) и администраторов (доступ, управление, сообщения).

Анализ SCADA-систем позволяет выделить в каждой из них три основных структурных компонента:

Remote Terminal Unit (RTU), представляющий собой удаленный терминал, обрабатывающий задачи в режиме реального времени.

Master Terminal Unit (MTU), Master Station (MS), выступающий в качестве диспетчерского пункта управления, обрабатывающего данные и



осуществляющий управление высокого уровня. Данный пункт предназначен для обеспечения интерфейса между человеком-оператором и системой (HMI, MMI).

Communication System (CS) рассматривается как коммуникационная система, необходимая для передачи сведений с удаленных точек на центральный интерфейс оператора-диспетчера и передачи сигналов управления на RTU.

Указанные выше возможности SCADA-систем в большей мере определяют стоимость и сроки создания программного обеспечения, а также сроки ее окупаемости [1].

Лидирующее место среди SCADA-систем в российской нефтегазовой промышленности занимают такие системы, как InTouch (фирма Wonderware) и iFIX (фирма Intellution). Возможности данных систем позволяют использовать их практически во всех отраслях промышленности, начиная с добычи и транспортировки природных ресурсов и заканчивая переработкой продукции.

Компания Wonderware InTouch уже не одно десятилетие занимает лидирующие позиции среди разработок человеко-машинных интерфейсов (HMI). Программный пакет InTouch представлен двумя основными компонентами – средой разработки и средой исполнения. Его характерная особенность – использование по максимуму всех возможностей и ресурсов Windows. К ним относятся: работа со шрифтами, управление окнами, механизм межзадачного интерфейса (DDE для локальных взаимодействий и NetDDE для межмашинных), а также методика работы с меню [2].

Программный пакет содержит систему уровней доступа для пользователей различных категорий. Другими особенностями пакета является возможность легко взаимодействовать с устройствами типа RTU, PLC; интеграция элементов управления Microsoft ActiveX и .NET, а также поддержка Microsoft Remote Desktop Services, аутентификации с помощью смарт-карт и технологии виртуализации Hyper-V.

Версия System Platform 2017 стала еще более универсальной и многофункциональной благодаря новому эффективному интерфейсу управления операциями OMI (Operations Management Interface). Механизм визуализации InTouch OMI поддерживает современные пользовательские возможности на любых платформах без необходимости написания скриптов или программирования. Адаптивный дизайн HMI – теперь и в промышленном программном обеспечении. Так, например, версия InTouch 10.0 – следующее поколение технических достижений самых популярных в мире HMI-интерфейсов. Теперь это не только отдельный продукт, но и часть объектно-ориентированной технологии ArchestrA.

Фирма Intellution более 30 лет выпускает SCADA-системы с общим названием FIX (Fully Integrated Control System). Востребованность данных программных продуктов позволяет компании продолжать усовершенство-

вание данной системы с целью предложения ее постоянно развивающейся нефтегазовой промышленности [3].

iFIX позволяет организовать эффективный сбор, обработку и распределение оперативных производственных данных, визуализацию и диспетчерское управление технологическими процессами на предприятии, что способствует сокращению затрат, повышению качества продукции и сокращению времени продвижения новых продуктов на рынок.

В программном продукте улучшена работа всех основных компонентов (базы данных, резервирование, сетевая поддержка и др.), добавлена новая функция планировщика. Работая с этим пакетом, пользователь может воспользоваться свойством контейнера Workspace внедрять объекты ActiveX.

Одно из главных достоинств системы – внедрение объектов ActiveX; при сбое внедренного объекта он будет изолирован и не остановит работу системы в целом. Это свойство запатентовано Intellution под названием Secure Containment™.

Система безопасности iFIX полностью управляет доступом к приложениям пакета, мнемосхемам, расписаниям, регламентам и даже отдельным тегам. Помимо этого пользователь может синхронизировать систему безопасности iFIX со стандартной системой безопасности Windows, что позволяет регламентировать доступ ко всем функциям операционной системы.

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика двух SCADA-систем.

Таблица 1

Сравнительная характеристика SCADA-систем

<b>Критерии сравнения</b>	<b>InTouch</b>	<b>iFIX</b>
1. Работа под управлением операционной системы Windows NT/2000	да	да
2. Встроенные языки программирования	Visual Basic, C	VBA 6.3
3. Поддержка OPC-технологии	да	да
4. Поддержка ActiveX-технологии	да	да
5. Удобный интерфейс	да	да
6. Поддержка обновлений	да	да
7. Поддерживаемые сетевые протоколы	SuiteLink, TCP/IP	NetDDE, TCP/IP
8. Поддержка реляционных БД	да	да

Анализ двух систем диспетчерского управления и сбора данных, таких как iFIX и InTouch, позволяет заключить следующее: из данных систем предпочтение в выборе можно сделать в пользу системы InTouch. Объясняется это тем, что информация по данной системе является доступной для ознакомления; имеющийся официальный сайт позволяет дать потенциаль-

ному покупателю всю необходимую информацию. Данные о системе iFIX не находятся в свободном доступе, что затрудняет получение необходимых сведений о программном продукте.

Говоря о перспективах развития SCADA-систем, необходимо заметить следующее: в ближайшем будущем они будут становиться все более сложными, вырастет объем памяти и скорость обработки данных. Это связано с тем, что сложность объектов, на которых применяется подобное оборудование, количество происходящих одновременно технологических процессов и скорость изменения параметров постоянно растет и будет продолжать увеличиваться. Это обусловлено требованиями к сокращению затрат времени на производство и, в то же время, наращиванию объемов выпускаемого продукта. Таким образом, от SCADA будет требоваться большая скорость и память.

При этом в настоящее время в таких комплексах не представлены функции, направленные на усиление интеллектуальной составляющей деятельности оперативного персонала. В дальнейшем эти возможности программно-аппаратных комплексов будут расширяться.

Еще одна ветка возможного развития SCADA-систем связана с вопросом обеспечения безопасности. Поэтому требование повышения надежности систем диспетчерского управления в будущем останется одной из ключевых проблем, которые придется решить путем появления нового подхода при разработке таких систем.

Основными перспективными направлениями развития информационных систем и технологий в нефтегазовой отрасли являются следующие:

- усовершенствование действующих автоматизированных информационных систем управления технологическими процессами, в том числе, SCADA и MES-систем;

- разработка «интеллектуального сопровождения» действующих систем, другими словами, создание эффективной системы научного сопровождения производственных технологий, особенно с использованием методов искусственного интеллекта (примером может служить «умное месторождение»);

- усовершенствование действующих тренажеров уровня установки (специализированных тренажеров, тренажеров типовых технологических установок, тренажеров для базовых технологических узлов и аппаратов), взаимодействующих на аппаратно-программной платформе SCADA-систем.

Последнее направление связано с подготовкой конкурентоспособных специалистов в области нефтегазовой промышленности, что является немаловажным субъективным фактором в дальнейшем развитии нефтегазовой отрасли.

Таким образом, внедрение в работу предприятий и производств SCADA-систем позволяет не только получить высококачественный про-

дукт, снизить энергозатраты, но и получить экологически безопасное производство, повысить производительность труда и т.д.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альперович И. В. iFIX?.. Это очень просто! [Электронный ресурс] / И. В. Альперович // Средства и системы компьютерной автоматизации. – Режим доступа: <http://asutp.ru/?p=600370>.

2. Wonderware – мировой лидер рынка программных решений для управления операциями в режиме реального времени [Электронный ресурс] / Сайт компании Wonderware Россия. – Режим доступа: <https://www.wonderware.ru>.

3. Automation & Controls [Электронный ресурс] / Сайт компании Intellution. – Режим доступа: <https://www.intellution.com>.

**Автор:** Лукьянов Д.Р., студент, [den\\_lukyanov\\_2019@bk.ru](mailto:den_lukyanov_2019@bk.ru); Середина О.Н., студентка, [olgaseredina55@gmail.com](mailto:olgaseredina55@gmail.com).

**Научный руководитель:** Лаптева С.В., канд. пед. наук, доцент, Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске.

**Аннотация:** В статье представлен анализ двух наиболее распространенных SCADA-систем, используемых в российской нефтегазовой отрасли, а также рассмотрены перспективные направления, связанные с развитием компьютерных технологий. Авторами приводится сравнительная характеристика таких систем, как iFIX и InTouch, которые поддерживают полностью технологические процессы нефтегазовых производств, начиная с добычи и транспортировки природных ресурсов и заканчивая переработкой продукции.

**Ключевые слова:** компьютерные технологии, нефтегазовая отрасль, SCADA-системы, поддержка технологических процессов, сравнительная характеристика информационных систем, перспективы развития компьютерных технологий.

## PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF COMPUTER SYSTEMS AND AUTOMATION TECHNOLOGIES IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

**Author:** Lukyanov D.R., student, [den\\_lukyanov\\_2019@bk.ru](mailto:den_lukyanov_2019@bk.ru); Seredina O.N., student, [olgaseredina55@gmail.com](mailto:olgaseredina55@gmail.com)

**Research supervisor:** Lapteva S.V., PhD, Associate Professor, Branch of Industrial University of Tyumen in Noyabrsk.

**Abstract:** The article presents an analysis of the two most common SCADA systems used in the Russian oil and gas industry, as well as promising areas related to the development of computer technology. The authors present a comparative characteristic of such systems as iFIX and InTouch, which support the full technological processes of oil and gas production, starting with the extraction and transportation of natural resources and ending with the processing of products.

**Keywords:** computer technologies, oil and gas industry, SCADA-systems, support of technological processes, comparative characteristics of information systems, prospects of development of computer technologies.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТРЁХМЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ «BLENDER»

*Зиновьева Е.И., студентка; Аввакумова Т.Д., студентка;  
Романова Е.А. студентка; Наймушина А.Г., д-р мед. наук, профессор.  
Тюменский индустриальный университет*

Применение современных информационных технологий и визуализация данных являются основным средством коммуникации между пользователем и автором/разработчиком продукта. Технология визуализации данных ориентирована на «правополушарное» восприятие информации в виде целостных объектов и эмоционально окрашенной реальности. Считается, что у 96% правшей центры речи расположены в левом полушарии, но, и у большинства левшей центры речи также находятся в левом полушарии – 70% [2]. В рамках образовательного проекта «Разработка обучающей программы для пациентов неврологического и нейрохирургического профиля» мы постарались реализовать идею о том, что 3D модель центральной нервной системы (ЦНС) станет простым и наглядным путеводителем для пациентов, родственников и широкого круга пользователей, столкнувшегося с поиском информации о строении и функциях ЦНС. На этапе сбора данных мы пользовались учебниками и учебными пособиями по дисциплине «Нервные болезни», а также Интернет-ресурсами [1,3,4,5].

Нашей целевой аудиторией станут лица, не имеющие специальной подготовки и достаточных знаний о строении, функциях и механизмах поражения нервной системы. Пример адаптации учебного материала о центральной нервной системе представлен на рисунках 1, 2 с пояснениями.

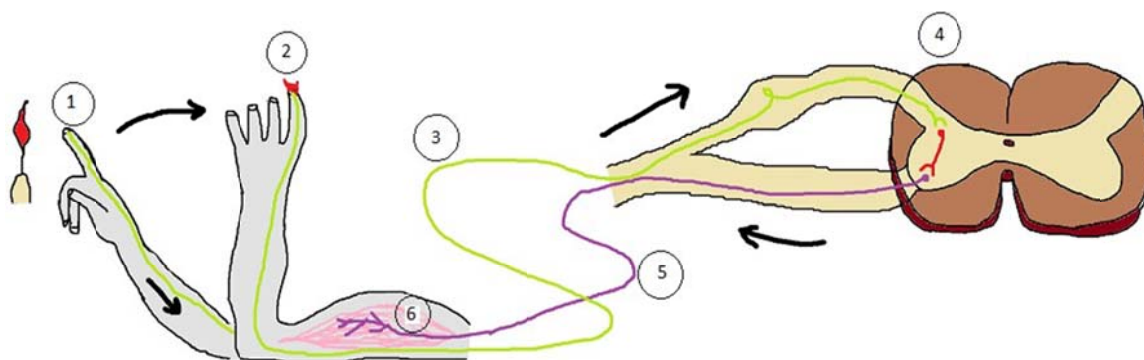


Рисунок 1. Рефлекторная дуга, где 1-раздражитель (горячий объект), 2-рецептор в коже, 3-чувствительный нейрон, 4-рефлекторный центр в спинном мозге, 5-двигательный нейрон, 6-рабочий орган (мышца руки)

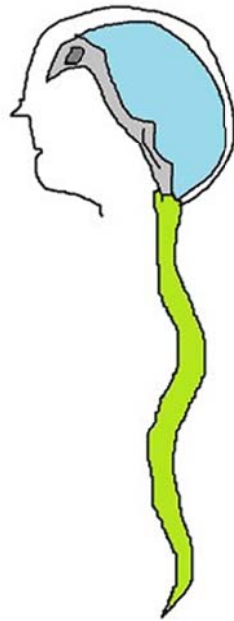


Рисунок 2. Головной и спинной мозг

Инструментом в реализации нашего проекта стал профессиональный пакет для создания трёхмерной компьютерной графики «Blender», интерфейс которого представлен на рисунке 3.

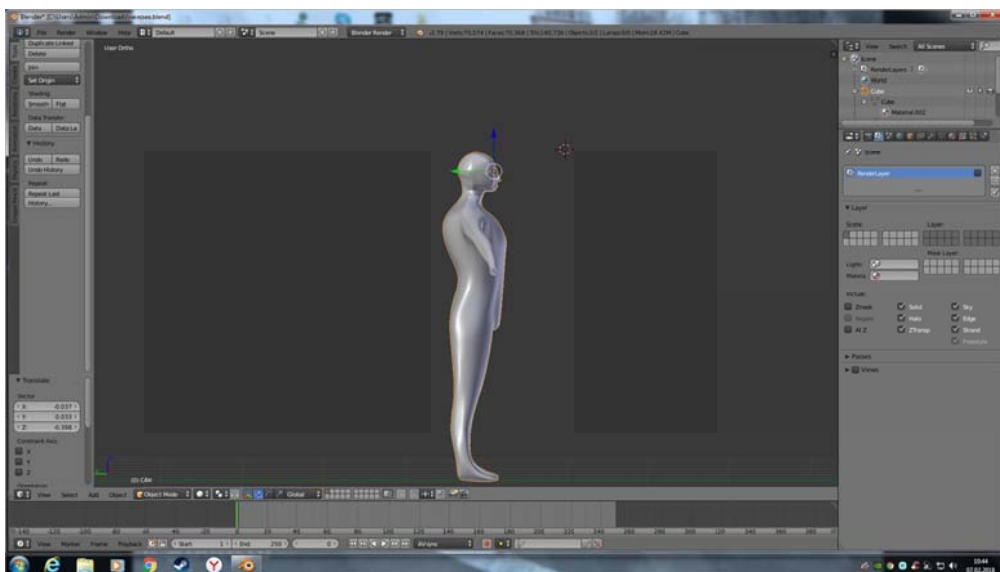


Рисунок 3. Интерфейс «Blender»

При создании трёхмерной модели мы столкнулись с определенными трудностями, связанными, прежде всего с отсутствием опыта переноса графических изображений на матрицу «Blender». В настоящий момент времени мы заканчиваем работу над внешней оболочкой андрогина (бесполой субъект), на поверхность тела которого будут нанесены в дальнейшем зоны Захарьина-Гедда.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болезни нервной системы. Руководство для врачей: в 2-х т. / ред. Н. Н. Яхно, Д. Р. Штульман, П. В. Мельничук. – Москва : Медицина, 1995. – Т. 1. – 512 с.
2. Наймушина А. Г. Психофизиология профессиональной деятельности / А. Г. Наймушина. – Тюмень : Изд-во ТюмГНГУ, 2014. – 114 с.
3. Дуус П. Топический диагноз в неврологии. Анатомия. Физиология. Клиника. 243 иллюстрации Герхарда Шпитцера / Петер Дуус , ред. Л. Лихтерман. – Москва : ИПЦ «ВАЗАР-ФЕРРО», 1997. – 400 с.
4. Руководство по детской неврологии / ред. проф. В. И. Гузева. – Санкт-Петербург : СПбГПМА, 1998. – 496 с.
5. Никифоров А. С. Общая неврология: учебник [Электронный ресурс] / А. С. Никифоров, Е. И. Гусев // Книги по медицине - Медицинская литература - Библиотека BooksMed. – Режим доступа: <http://www.booksmed.com/nevrologiya/400-obshhaya-nevrologiya-gusev-nikiforov.html>.

**Авторы:** Зиновьева Е.И., студентка, [e.zinovieva1337@gmail.com](mailto:e.zinovieva1337@gmail.com); Аввакумова Т.Д., студентка, [tanya.avvakumova999@yandex.ru](mailto:tanya.avvakumova999@yandex.ru); Романова Е.А. студентка, [miss.lizaromanova@ya.ru](mailto:miss.lizaromanova@ya.ru)

**Научный руководитель:** Наймушина А.Г., д-р мед. наук, профессор кафедры кибернетических систем ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», [alla\\_n\\_68@icloud.com](mailto:alla_n_68@icloud.com)

**Аннотация:** Статья посвящена образовательному проекту «Разработка обучающей программы для пациентов неврологического и нейрохирургического профиля». Описаны идеи и цели нашего замысла. В статье рассматривается инструмент для создания и реализации продукта – трёхмерной модели нервной системы человека.

**Ключевые слова:** Blender; 3D-моделирование; ЦНС; Неврология; Нервные болезни.

### MODELING OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM FOR THE CREATION OF THREE-DIMENSIONAL COMPUTER GRAPHICS “BLENDER”

**Authors:** Zinovieva E.I., student, [e.zinovieva1337@gmail.com](mailto:e.zinovieva1337@gmail.com); Avvakumova T.D., student, [tanya.avvakumova999@yandex.ru](mailto:tanya.avvakumova999@yandex.ru); Romanova E.A., student, [miss.lizaromanova@ya.ru](mailto:miss.lizaromanova@ya.ru)

**Research supervisor:** Naymushina A.G., Doctor of Medical Science, Professor of the Department of Cybernetic Systems of the Industrial University of Tyumen.

**Abstract:** The article is devoted to the educational project "Development of a training program for patients of the neurological and neurosurgical profile". The ideas and goals of our design are described. The article considers a tool for creating and selling a product – a three-dimensional model of the human nervous system.

**Key words:** Blender; 3D-modeling; Central nervous system; Neurology; Nervous diseases.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ШИРОТЫ ЗЕМЛИ

*Леонова А.Е. студентка; Стефанцов К.И. студент.  
Тюменский индустриальный университет, филиал в г. Нижневартовске*

**Введение.** Впервые вопросом изменения  $g$  в зависимости от широты занимался французский математик Алексис Клод Клеро (1713-1765), который теоретически вывел формулу, в современном виде выглядящую так:

$$g = g_e [1 + 0,0053024 \sin^2(\varphi) - 0,0000058 \sin^2(2\varphi)], \quad (1)$$

где  $g_e$  - ускорение свободного падения на экваторе,  $\varphi$  - широта в радианах.

Представленная формула, несомненно, дает результат с очень высокой точностью, но она сложна в вычислениях, особенно в случае решения обратной задачи, то есть определения широты через ускорение свободного падения.

Наш упрощенный метод расчета  $g$  основан на следующих данных. Угол между экваториальным и полярным радиусом составляет  $90^\circ$ , что эквивалентно  $\frac{\pi}{2}$ . На экваторе ускорение свободного падения составляет  $9.7803 \text{ м/с}^2$ . На полюсах  $9.83216 \text{ м/с}^2$ . Разница между этими значениями составляет  $0.05186 \text{ м/с}^2$

Для наглядности представим, что в стране, расположенной на экваторе, живет человек, который готовится принять участие в международных соревнованиях по тяжелой атлетике, которые планируется провести в другом городе. На тренировках у него получается побить мировой рекорд (264 кг), но на соревнованиях он терпит поражение. Почему? В том, отдаленном городе значение ускорения свободного падения больше всего на несколько процентов, но штанга уже будет иметь другой вес (больше, потому как этот город расположен дальше от экватора).

**Физическая сущность  $g$ .** Согласно закону Всемирного тяготения, впервые сформулированным Ньютоном в середине XVII века, каждые две материальные точки ( $m_1$  и  $m_2$ ) притягиваются друг к другу с силой прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорционально расстоянию между ними в квадрате.

$$F = G m_1 m_2 / r^2 \quad (2)$$

Коэффициент  $G$  выявлен экспериментально и приблизительно составляет

$$6,67384 * 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг с}^2).$$



В нашем случае таким объектом является Земля. Силу, с которой Земля притягивает тело, называют силой тяжести. Однако на это тело воздействует не только сила тяжести, но и центробежная сила, вызванная вращением Земли. Центробежная сила уменьшает притяжение Земли, которая на экваторе составляет приблизительно  $1/300$  силы тяжести. Но и сила тяжести на поверхности Земли также различна на различных широтах в связи с ее сплюснутостью на полюсах. На экваторе она на  $1/600$  долю меньше, чем на полюсах. Совместно эти два влияния составляют на экваторе  $1/600 + 1/300 = 1/200$ , то есть настолько результирующая центробежной силы и силы тяжести меньше, чем сила тяжести. Соответственно ускорение свободного падения, определяемое этой результирующей, также изменяется от экватора к полюсу в зависимости от широты.

**Цель:** Вывести формулу для нахождения ускорения свободного падения на любой широте и угла между радиусом вектором, проведенным к центру массы земли, и вектором результирующего ускорения.

**Первое приближение (Земля – шар)**

Поскольку полярный эксцентриситет земли приблизительно равен  $1/300$  в первом приближении землю будем считать шаром. Вектор результирующего ускорения определяется как векторное сложение истинного ускорения свободного падения и вектора центробежного ускорения (рис.1).

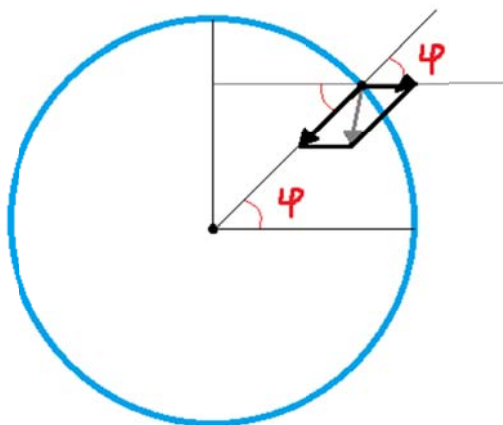


Рисунок 1 Гравитационное, центробежное и результирующее ускорения

Таблица 1

Результирующее ускорение и угол  $\alpha$  в зависимости от широты

Широта	Результирующее ускорение	Угол ( $\alpha$ )
0°	9,82492	0,579
10°	9,82625	0,58
20°	9,82883	0,583
30°	9,83309	0,581

40°	9,83859	0,58
50°	9,84476	0,586
60°	9,85012	0,586
70°	9,85462	0,58
80°	9,85753	0,579
90°	9,859	0,577

По теореме косинусов

$$F_{\text{рез}}^2 = F_g^2 + F_{\text{цб}}^2 + 2F_g F_{\text{цб}} \cos \theta, \quad (3)$$

где  $\theta$  – угол между векторами  $F_g$  и  $F_{\text{цб}}$ .  $F = mg = G \frac{Mm}{R^2}$

$$F_{\text{цб}} = \frac{mV^2}{r} = \frac{mV^2}{R \cos \varphi} = mw^2 R \cos \varphi \quad (4)$$

Где  $w$  – угловая скорость вращения Земли;  $\varphi$  - широта Земли.

Угол  $\alpha$  между радиусом вектора, проведенного к центру масса земли, и вектором результирующего ускорения определяется следующим выражением

$$\cos \alpha = \frac{F_g^2 + F_p^2 - F_{\text{цб}}^2}{F_g F_p} \quad (5)$$

Результаты расчетов результирующих сил и углов приведены в таблице 1. Ускорение на всех широтах будет одинаковым, так как радиус остается Const.

### Второе приближение (Земля – эллипсоид вращения)

Будем считать землю эллипсоидом вращения с полярным эксцентриситетом приблизительно равным  $\alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{300}$ .

Будем считать, что ускорение свободного падения изменяется пропорционально широте. Используя это допущение можно получить следующую формулу

$$g = g_e + \varphi \frac{g_p - g_e}{\frac{\pi}{2}} \quad (6)$$

где  $g_p$  – ускорение свободного падения на полюсе,  $g_e$  – ускорение свободного падения на экваторе,  $\pi$  - 3,1415926,  $\varphi$  - широта в радианах, или в численных значениях:  $g = 9.78030 + 0.03301\varphi$

Смысл формулы в том, что разделив разницу значений  $g$  на экваторе и на  $\pi$  полюсе на, мы получаем изменение значения ускорения свободного падения 2 на один радиан широты. Умножив этот коэффициент на значение широты в радианах и прибавив значение  $g$  на полюсе, мы получаем ускорение свободного падения на необходимой широте. При необходимости можно определить широту местности, если нам известно ускорение свободного падения:

$$\varphi = \frac{(g - 9.78030)}{0.3301}$$

Результаты расчетов приведены в табл.2.

**Пределы применимости упрощенного метода.** Приведенный выше метод не точен, так как упрощен по сравнению со стандартным. В таблице 1 приведены расчеты ускорения свободного падения на различных широтах, сделанные по нашему методу и стандартным способом, также показано отклонение между ними. Стандартное значение  $g$  на соответствующих широтах взято из справочника.

Таблица 2

Расчеты ускорения свободного падения на различных широтах, сделанные рассматриваемым методом и стандартным способом

Широта	Расчетное значение (м/с <sup>2</sup> )	Стандартное значение (м/с <sup>2</sup> )	Отклонение (м/с <sup>2</sup> )
10°	9.78670	9.78186	0.00484
20°	9.79310	9.78634	0.00676
30°	9.79950	9.79321	0.00629
40°	9.80590	9.80166	0.00424
50°	9.81599	9.81066	0.00533
60°	9.81686	9.81914	0.00228
70°	9.81871	9.82606	0.00735
80°	9.82511	9.83058	0.00547
90°	9.83153	9.83216	0.00063

**Экспериментальная проверка ускорения свободного падения в лабораторных условиях.** На данный момент, мы находимся в городе Нижневартовске (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Россия). Город находится на 60 широте (60°56'03"). По данным из вышеприведенной таблицы (табл. 2) данной широте соответствует ускорение свободного падения в районе 9.81686 – 9.81914(м/с<sup>2</sup>).

В нашем филиале Тюменского Индустриального Университета, в лабораторных условиях, мы провели опыт. С помощью механической пушки, фотодатчиков и таймера мы определили величину ускорения свободного падения экспериментальным путем. Во время этого эксперимента исследовалось падение тел определенной массы с различной высоты.

Таблица 3

Экспериментальные данные ускорения свободного падения

№ опыта	Значение $g$ (м/с <sup>2</sup> )	Погрешность (%)
1	9,5	3,16
2	9,6	2,16
3	9,5	3,16
4	9,57	2,44
5	9,47	3,46

В каждом опыте сначала мы определили 9 значений ускорения свободного падения (по 3 на 3 разные высоты), а затем среди всех взяли сред-

нее и высчитали погрешность, учитывая, что стандартное значение  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

В таблице 3 вы можете наблюдать результаты пяти лабораторных работ из первого семестра, сделанных нами и нашими одноклассниками. Среднее значение среди всех работ –  $9,528 \text{ м/с}^2$ . Данное значение отличается от значения из 2 таблицы. Из-за погрешностей приборов и измерений, мы не смогли более точно определить ускорение свободного падения. Но учитывая наши данные и погрешности и сопоставив их с табличными значениями, то можно увидеть, что результаты наших измерений верны.

**Заключение.** На  $g$  воздействуют многие факторы, основным из которых является неоднородность недр Земли. Там, где земные недра имеют плотность, больше средней,  $g$  больше расчетного (например, месторождения железной руды). В местах, где залегают природный газ или нефть,  $g$  меньше расчетного. Отклонение значения  $g$  от расчетного называется гравитационная аномалия. В связи с большим количеством таких аномалий никакая формула не может определить  $g$  абсолютно точно, поэтому для определения ускорения свободного падения в какой-либо конкретной точке Земли ранее производились непосредственные измерения (например, с помощью маятника), а сейчас используют гравитационные карты.

Проект GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) использует два спутника, находящиеся на высоте 500 км на полярной орбите, следящие друг за другом. По изменению орбит спутников, связанных с их колебанием в гравитационном поле Земли, составляется гравитационная модель, представленная на рисунке (рис.3).

Под рисунком отображена шкала гравитационных аномалий, измеряемых в миллигалах ( $10^{-5} \text{ м/с}^2$ ). На шкале показаны аномалии от -50 миллигалов (темно-синий) до 50 миллигалов (темно-красный).

Собственное движение и ориентация спутников регистрируются с помощью приемников GPS, акселерометров и звездных датчиков, что обеспечивает измерение ускорения свободного падения в произвольной точке Земли с максимально возможной точностью.

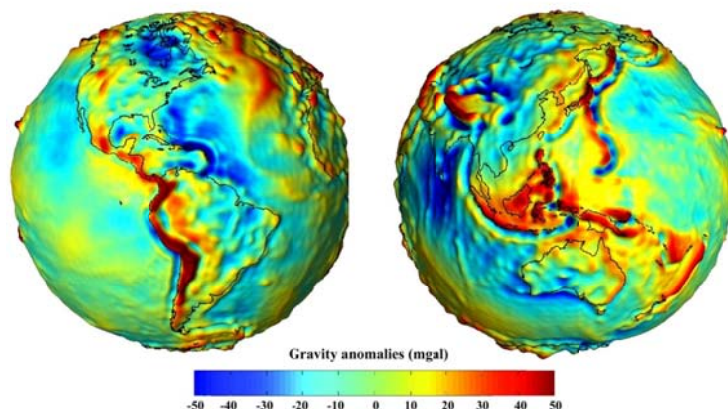


Рисунок 3. Гравитационная модель Земли

Благодаря этому, а именно: отклонению от нормы ускорения свободного падения, мы можем утверждать, что в данном месте присутствует некая «аномалия». А эта аномалия обусловлена нахождением в недрах земли ископаемого, которое и влияет в свою очередь на ускорение свободного падения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. DATEANDTIME.INFO [Электронный ресурс] // Интернет ресурс по определению географических координат “dateandtime.info”. – Режим доступа: <http://dateandtime.info/ru/citycoordinates.php?id=1497543>.
2. Енохович А. С. Краткий справочник по физике [Текст] / А. С. Енохович. – Москва : ОНИКС, 2012.
3. Перельман Я. И. Занимательная физика / Я. И. Перельман – Москва: АСТ, 2013.
4. Prolific Earth Gravity Satellites End Science Mission [Electronic resource] / The Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE). – Access mode: <http://www2.csr.utexas.edu/grace/>.
5. Tellus Monthly Mass Grids [Electronic resource] / The Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE). – Access mode: <https://planetos.com/blog/grace-tellus-monthly-mass-grids-now-available/>.

**Авторы:** А.Е. Леонова, К.И. Стефанцов, студенты.

**Научный руководитель:** П.М. Косьянов, д-р физ.-мат. наук, профессор, Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске.

**Аннотация:** В работе приведены результаты исследований ускорения свободного падения и угла между радиусом вектором, проведенным к центру массы земли, и вектором результирующего ускорения в зависимости от широты, в первом и втором приближениях. Проведены экспериментальные определения ускорения свободного падения. Показана перспективность гравиразведки для поиска полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** ускорение свободного падения, широта, Земля, шар, эллипсоид, закон Всемирного тяготения, сила тяжести, высота, радиус, полюс, экватор, полезные ископаемые, гравиразведка, гравикарта, гравитация.

## DETERMINATION OF GRAVITATIONAL ACCELERATION DEPENDING ON LATITUDE OF THE EARTH

**Authors:** A.E. Leonova, K.I. Ctefantsov, students.

**Research supervisor:** P.M. Kosianov, Doctor of Science, Professor. Industrial University of Tyumen, Branch in Nizhnevartovsk.

**Abstract:** The paper presents the results of studies of the acceleration of free fall and the angle between the radius vector drawn to the center of mass of the earth, and the resulting acceleration vector, depending on the latitude, in the first and second approximations. Experimental determination of the acceleration of free fall. The prospects of gravity survey for mineral exploration is shown.

**Keywords:** free fall acceleration, latitude, Earth, ball, ellipsoid, gravity, height, radius, pole, equator, minerals, gravity, gravitation, gravity, gravity.

## ВЫЧИСЛЕНИЕ ЯКОБИАНОВ ПОЛЯ СКОРОСТИ – ТЕМЫ СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ РАБОТ

*Козлов А.В., д-р. пед. наук, зав кафедрой; Овсянников В.М., д-р. техн. наук,  
профессор; Тамер О.С., д-р. пед. наук, зав кафедрой.  
Ноябрьский институт нефти и газа, филиал ТИУ в г. Ноябрьске*

В 2007 году был обнаружен текст малоизвестного доклада Леонарда Эйлера «Принципы движения жидкостей» на латинском языке [1], [2]. Знаменитым его сочинением является широко известный текст с таким же названием на французском языке. Перевод французского текста был в 1999 году опубликован в журнале *Механика жидкости и газа* под названием «Общие законы движения жидкостей» [3]. Отличия в названиях возникли только из-за неточностей их переводов. Несмотря на близость названий в них имеется различие в представлении уравнения неразрывности жидкости. Французский текст соответствует содержанию доклада Эйлера в Берлинской королевской АН, сделанном 4 сентября 1755 г., а латинский – докладу 31 августа 1752 г. Два раза читать один и тот же материал Эйлер не мог. В более раннем докладе на латинском языке он вывел уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости с учетом членов высокого порядка по времени. В его уравнении содержалось 15 слагаемых:

$$\begin{aligned} & \partial u/\partial x + \partial v/\partial y + \partial w/\partial z + \Delta t [\partial(u,v)/\partial(x,y) + \\ & + \partial(v,w)/\partial(y,z) + \partial(w,u)/\partial(z,x)] + \\ & + (\Delta t)^2 \partial(u,v,w)/\partial(x,y,z) = 0, \end{aligned}$$

из которых он после предельного перехода  $\Delta t \rightarrow 0$  оставил только три  $\partial u/\partial x + \partial v/\partial y + \partial w/\partial z = 0$

Здесь  $u, v, w$  – компоненты скорости жидкости вдоль осей  $x, y, z$ ;  $\Delta t$  – интервал времени деформации контрольной фигуры; комплексами вида  $\partial(u,v)/\partial(x,y)$  обозначены якобианы второго порядка, например, под  $\partial(u,v)/\partial(x,y)$  понимается определитель

$$\begin{vmatrix} \partial u/\partial x & \partial u/\partial y \\ \partial v/\partial x & \partial v/\partial y \end{vmatrix}$$

Аналогичный определитель третьего порядка понимается под обозначением  $\partial(u, v, w)/\partial(x, y, z)$ .

В последнее десятилетие было получено [4], [5], что члены второго и третьего порядка малости отвечают за генерацию волн давления. В несжимаемой жидкости возникновения волн передачи давления не возникает. В ней скорость распространения звука и волн давления бесконечно велика и давление будет передаваться через всю массу жидкости без отставания во

времени, без образования волны. В реальной жидкости, где скорость звука  $a = 1450$  м/с для воды и в газе, где  $a \approx 300$  м/с для воздуха, проявляется сжимаемость, и волны, вычисленные геометрическими построениями Эйлера, реализуются. Для их расчета необходимо использовать форму уравнения неразрывности для сжимаемого газа. Для плоского двухмерного течения оно будет иметь вид:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \Delta t \rho [(\frac{\partial u}{\partial x})(\frac{\partial v}{\partial y}) - (\frac{\partial u}{\partial y})(\frac{\partial v}{\partial x})] = 0$$

Здесь  $\rho$  – плотность.

Для выяснения физического смысла членов высокого порядка в течении сжимаемых жидкостей нужны наработки в вычислении якобианов для различных видов течений. Здесь интересны и внутренние течения, например, происходящие в духовых музыкальных инструментах, газовых скважинах, и внешние обтекания, например, подводных магистральных трубопроводов, труб нефтяных платформ.

Члены высокого порядка уравнения неразрывности, зависящие от времени, порождают автоколебания, которые могут возникать на фоне стационарного течения малосжимаемой жидкости при отсутствии внешних воздействий [4], [5]. Получив новые дополнительные члены в классической системе уравнений гидрогазодинамики, необходимо провести массовые расчеты с использованием этих членов, содержащих якобианы. Большой практики расчета якобианов на сегодняшний момент нет. Во многих случаях простейшие синусоидальные периодические колебания начинают возникать при небольших скоростях течения, когда они описываются уравнениями течения идеальной жидкости. Это значит, что можно отдельно решать задачу обтекания тела и образования волн.

Аппарат ТФКП дает возможность сосчитать обтекание идеальной жидкостью большого количества тел. Он был хорошо развит при становлении авиации, пока вычислительных машин, способных решать дифференциальные уравнения, не было. Наиболее широко результаты расчетов плоских двухмерных течений представлены в задачнике по ТФКП [6] под редакцией М.А. Евграфова в виде комплексных потенциалов для приведенных там геометрических форм обтекаемых тел. Имеется возможность для этих течений по легко вычисляемым полям скорости сосчитать также поля якобианов второго порядка. Это в дальнейшем даст возможность провести оценки интенсивности волнообразования и звука, возникающего при течении. Таким образом, задачи волнообразования и обтекания становятся разделенными.

Вычисление якобианов можно провести силами студентов, прошедшими изучение раздела математики по функциям комплексного переменного. Для этого необходимо им проявить навыки по взятию производных от достаточно громоздких функций.

Опыт работы со студентами показал возможность не только выполнения ими поисковых экспериментальных работ [7], но и вычислительных. В 2017 г. силами студентов были рассчитаны течения и якобианы внутри острых углов небольшой величины [8], [9]. При этом, ими была совершена находка - для легкости расчетов применять треугольник Паскаля. Расчеты были выполнены для оценки возможности сильного нагрева воздуха в щелях обтекаемой конструкции. Такой эффект был отмечен в экспериментах [10].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эйлер, Леонард. Principia motus fluidorum. Pars prior = [Принципы движения жидкости. Часть первая] / Auctore L. Eulero // Novi Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae. – Petropolis, 1761. – Т. 6 (1756–1757). – С. 271–311.

2. Leonhardi Euleri Commentationes Mechanicae ad Theoriam Corporum Fluidorum Pertinentes. Ed.: Cl.Am.Truesdell. In: "Leonhardi Euleri Opera Omnia. Series Secunda. Opera Mechanica et Astronomica" (in 31 T.). T.12, 13. Lausannae. 1954, 1955.

3. Эйлер Л. Общие законы движения жидкостей / Леонард Эйлер // Известия Российской академии наук. Серия МЖГ. – 1999. – № 6. – С. 26–54.

4. Овсянников В. М. История вывода уравнения неразрывности / В. М. Овсянников // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики (Казань, 20–24 августа 2015 г.) : сб. докладов. – Казань, 2015. – С. 2823–2824.

5. Ovsyannikov V. M. Comparison of additional second-order terms in finite-difference Euler equations and regularized fluid dynamics equations. / V. M. Ovsyannikov // Journal Computational Mathematics and Mathematical Physics. – 2017. – Volume 57, Number 5. – P. 876–880.

6. Евграфов М. А. Сборник задач по теории аналитических функций / М. А. Евграфов. – Москва : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1972. – 416 с.

7. Кормин А. М. О проведении лабораторной работы по дисциплине «Термодинамика и теплоперенос» / А. М. Кормин, В. М. Овсянников // Проблемы аксиоматики в гидрогазодинамике: сб. ст. – № 29. – Москва : Издательство «Спутник+», 2015. – С. 365–366.

8. Елисеев Ю. Б. Об эффекте повышения температуры торможения при обтекании газом глубоких полостей / Ю. Б. Елисеев, А. Я. Черкез // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. – 1971. – № 3. – С. 8-18.

9. Аэродинамический нагрев тупиковой полости в набегающем потоке [Электронный ресурс] // Научная библиотека диссертаций и авторефератов [disserCat](#). – Режим доступа:



<http://www.dissercat.com/content/aerodinamicheskii-nagrev-tupikovoi-polostiv-nabegayushchem-potoke#ixzz5JnfcIPaD>.

**Авторы:** Козлов А.В. д-р педагогических наук, зав. Кафедрой, Ноябрьский институт нефти и газа – филиал ТИУ; Овсянников В.М. д-р техн. наук, профессор Московской государственной академии водного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова» и Ноябрьского института нефти и газа – филиал ТИУ: [OvsyannikovVM@yandex.ru](mailto:OvsyannikovVM@yandex.ru); Тамер О.С. д-р педагогических наук, зав. кафедрой Ноябрьского института нефти и газа – филиал ТИУ.

**Аннотация:** Предлагаются темы научных математических работ для студентов. Это вычисление якобианов поля скорости для идеальных течений. Студент овладеет методами теории функций комплексных переменных.

**Ключевые слова:** научная работа студентов, вычисление якобианов, идеальная жидкость.

#### THE CALCULATION OF THE JACOBIANS OF THE VELOCITY FIELD – TOPICS OF STUDENT RESEARCH PAPERS

**Authors:** A.V.Kozlov – Ph. D., head of chair, Institute of oil and gas in Noyabrsk – branch of IUT; V.M.Ovsyannikov – doctor of technical Sciences, professor, Institute of oil and gas in Noyabrsk – branch of IUT; Moscow State Academy of Water Transport – branch of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping»: [OvsyannikovVM@yandex.ru](mailto:OvsyannikovVM@yandex.ru); O.S. Tamer – Ph. D., head of chair, Institute of oil and gas in Noyabrsk – branch of IUT.

**Abstract:** Topics of scientific mathematical works for students are offered. This is the calculation of Jacobians of the velocity field for ideal flows. The student will learn methods of complex analysis.

**Key words:** scientific work of students, calculation of Jacobians, ideal liquid.

УДК (930.94)

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОДАЖИ АВТОМОБИЛЕЙ

*Федоров А.В., студент; Хусаинова Г.Я., канд. физ.-мат. наук, доцент.  
Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета*

В данной работе рассмотрен концептуальный этап проектирования информационной системы для автоматизации процесса управления работы с клиентами в дилерском центре по продажи автомобилей.

После изучения и анализа предметной области можно выделить следующие основные сущности: пользователь системы, рабочий лист, клиент, потребности клиента, стадии рабочего листа, события рабочего листа [1-2].

Исходя из анализа и имеющихся данных, становится возможным построение ER-диаграммы (рис.1), необходимой для дальнейшего проектирования базы данных.

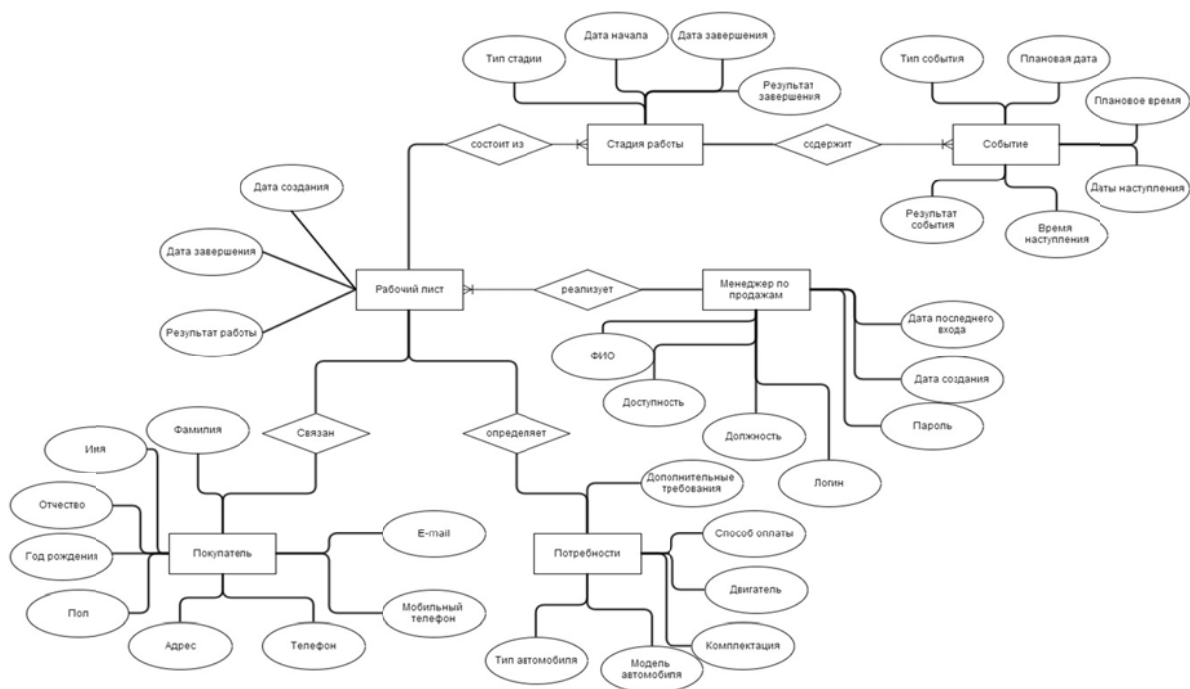


Рисунок 1. ER – диаграмма

Ниже приводится подробное описание входной информации, которая состоит из нескольких таблиц, в которой отражены имена полей, типы, свойства и описания. В данной работе приведены лишь некоторые таблицы для сущностей, в частности, таблицы «Пользователь» (рис.2) и «Рабочий лист».

Таблица 1

Физическая модель сущности Пользователь (user)

№	Имя поля	Тип поля	Размер поля	Обязательное поле	Первичный ключ	Описание
1	id	счетчик	длинное целое	да	да	идентификатор пользователя
2	fio	текстовый	75	да	нет	ФИО пользователя
3	post	текстовый	15	да	нет	должность пользователя
4	login	текстовый	50	да	нет	логин пользователя
5	salt	текстовый	50	нет	нет	соль (для шифрования пароля)
6	pass	текстовый	32	да	нет	результат хеширования пароля
7	doc	дата/время	краткий формат даты	нет	нет	дата создания учетной записи
8	doll	дата/время	краткий формат даты	нет	нет	дата последнего входа в систему
7	active	логический	да/нет	да	нет	доступность учетной записи

Физическая модель сущности Рабочий Лист (worksheet)

№	Имя поля	Тип поля	Размер поля	Обязательное поле	Первичный ключ	Описание
1	id	счетчик	длинное целое	да	да	идентификатор рабочего листа
2	doc	дата/время	краткий формат даты	нет	нет	дата создания рабочего листа
3	manager_id	числовой	длинное целое	да	нет	идентификатор менеджера (внешний ключ)
4	client_id	числовой	длинное целое	да	нет	идентификатор клиента (внешний ключ)
5	client_needs_id	числовой	длинное целое	нет	нет	идентификатор желаний клиента (внешний ключ)
6	doe	дата/время	краткий формат даты	нет	нет	дата закрытия рабочего листа
7	result	текстовый	10	нет	нет	результат закрытия рабочего листа (покупка или отказ)

Далее, на основе полученных таблиц получаем завершенную модель базы данных в виде логической схемы (рис. 2).

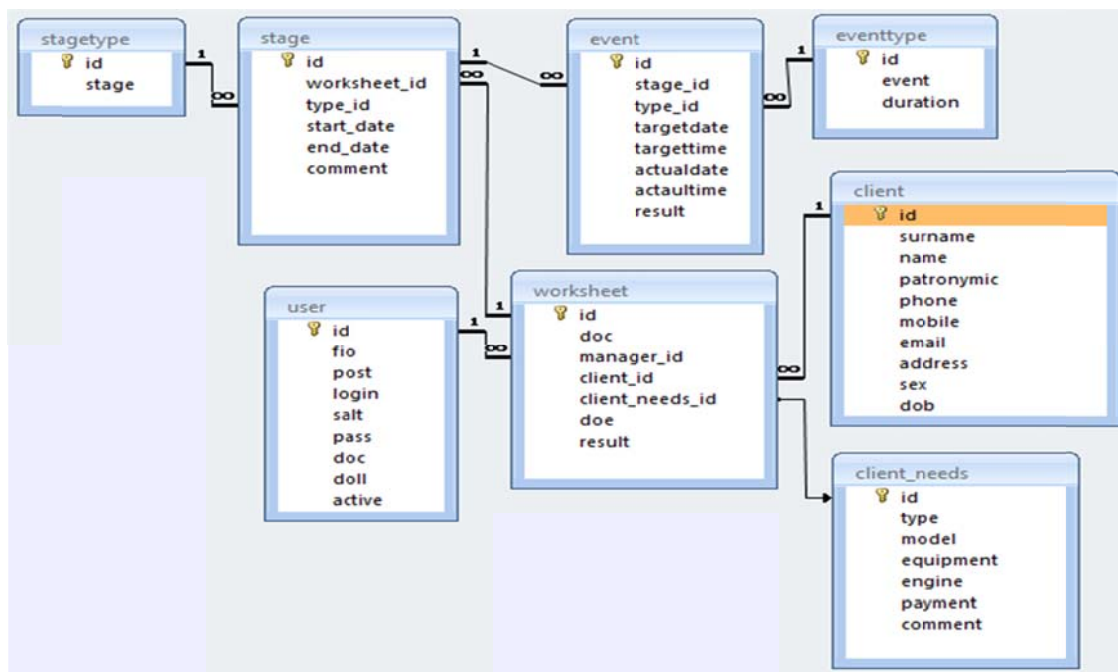


Рисунок 2. Модель базы данных

После нормализации таблиц можно перейти к следующему, физическому этапу проектирования информационной системы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хусаинова Г. Я. Применение компьютерной технологии для автоматизации инвентаризации программных продуктов на предприятии / Г. Я. Хусаинова, И. Г. Хусаинов // *Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире*. – 2014. – Т. 1. – № 6. – С. 10-13.

2. Хусаинов И. Г. Использование информационных систем в автотранспортном предприятии / И. Г. Хусаинов // *Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире*. – 2014. – Т. 1. – № 7. – С. 128-130.

3. Хусаинов И. Г. Тепловые процессы при акустическом воздействии на насыщенную жидкостью пористую среду / И. Г. Хусаинов // *Вестник Башкирского университета*. – 2013. – Т. 18. – № 2. – С. 350-353.

**Автор:** А.В. Федоров, студент, gkama@mail.ru

**Научный руководитель:** Г.Я. Хусаинова, науч.руководитель, к. физ.-мат. наук, доцент, Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета.

**Аннотация:** Рассмотрен концептуальный этап проектирования информационной системы для автоматизации процесса управления работы с клиентами в дилерском центре по продаже автомобилей. Анализирована предметная область. Получена ER-диаграмма.

**Ключевые слова:** концептуальный этап, проектирование, информационная система, автоматизация, ER-диаграмма.

### DESIGNING A LOGICAL SCHEME INFORMATION SYSTEM FOR SALE OF VEHICLES

**Author:** A.V. Fedorov, student, gkama@mail.ru

**Research supervisor:** G.Ya. Khusainova, PhD, Associate Professor, Sterlitamak Branch of Bashkir State University.

**Abstract:** The conceptual stage of designing an information system for automating the process of managing the work with customers in the dealer center for the sale of cars is considered. The subject area is analyzed. ER-diagram is received.

**Key words:** conceptual stage, design, information system, automation, ER-diagram.

УДК 004.65

### РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА

*Агапов М.А., студент; Хусаинова Г.Я., канд. физ.-мат. наук, доцент.  
Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета*

При разработке клиентского приложения необходимо решать несколько теоретических и практических задач [1-2]:

- Установка Embarcadero RAD Studio;

- Установка и настройка необходимых драйверов и прикладного программного обеспечения;
- Разработка формы приложения;
- Написание программного кода приложения.

Если установка Embarcadero RAD Studio прошла успешно, не вызвав осложнений в работе системы, то при работе с компонентами ADO следует указать из какой базы данных нужно производить выборку данных. Взаимодействие пользователя с системой осуществляется в диалоговом режиме [3]. При запуске программы выводится окно главной формы:



Рисунок 1. Главная форма приложения

Ниже рассмотрим разработку некоторых кнопок. Кнопка «Ремонт» позволяет управлять данными о ремонте, такими как дата ремонта, в чем заключался ремонт, кто клиент, кто из сотрудников выполнял ремонт, какие запчасти были использованы и стоимость ремонта.

Управление состоит в добавлении, редактировании, удалении информации, поиска и составлении отчета. Предусмотрена возможность печати и фильтрации данных. На рисунке 2 представлено окно «Ремонт».

Механизм быстрого поиска реализован следующим образом:

```
procedure TForm1.Edit1Change(Sender: TObject);
var help1,help2:string;
begin
  help1:='%'+Form1.Edit1.Text+'%';
  help2:=QuotedStr(help1);
  with Form1.ADOQuery1 DO
```

```

begin
  Close;
  SQL.Clear;
  SQL.Add('select * from Ремонт where Название like'+help2+'or Да-
таРемонта like'+help2 + 'or Стоимость like'+help2 + 'or Клиент like'+help2 +
'or Сотрудник like'+help2 + 'order by Название');
  Open;
end;
end;

```

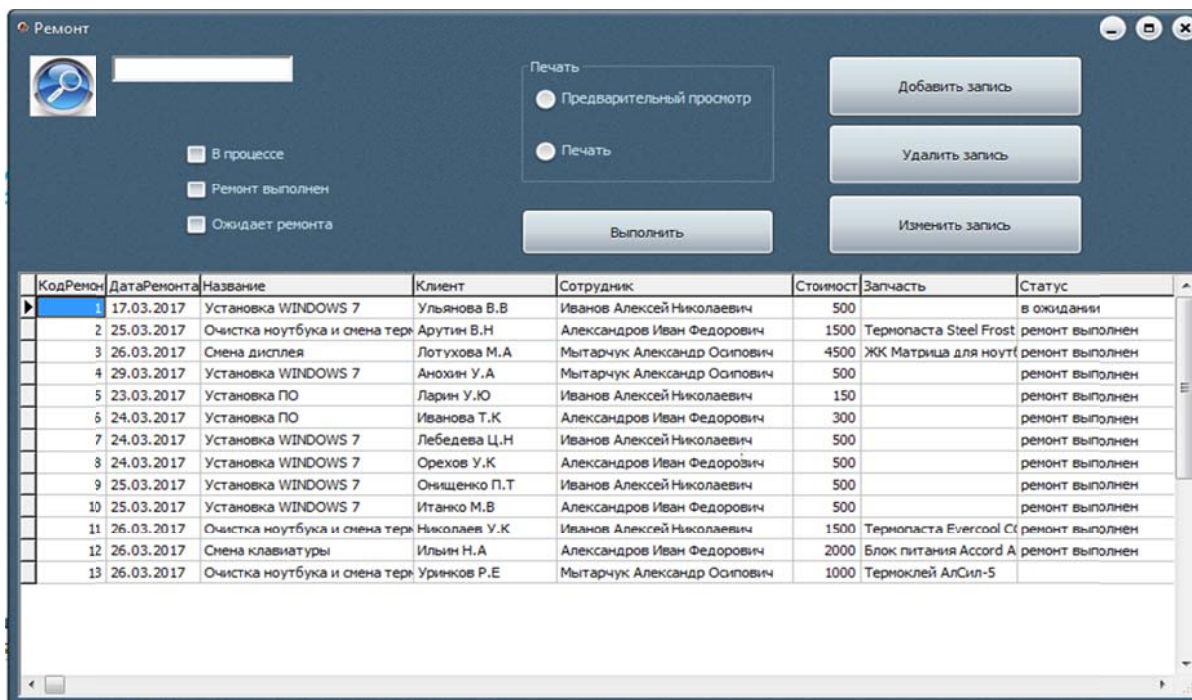


Рисунок 2. Окно «Ремонт»

Кнопка «Сотрудники». При выборе данной кнопки на экране появляется форма, которая позволит просматривать, редактировать, добавлять и удалять данные о сотрудниках: ФИО сотрудников, должность, образование, а также адрес, телефон и паспортные данные. Предусмотрена возможность печати и фильтрации данных. На рисунке 3. представлено окно «Ремонт».

Механизм фильтрации по параметру статус «в процессе» реализован следующим образом:

```

procedure TForm1.sCheckBox2Click(Sender: TObject);
begin
  if Form1.sCheckBox2.Checked=false then
Form1.ADOQuery1.FILTERed:=false
  else
  begin
Form1.ADOQuery1.FILTERed:=false;

```



```

Form1.ADOQuery1.FILTER:='Статус like %процессе%';
Form1.ADOQuery1.FILTERed:=true;
end;
end;

```

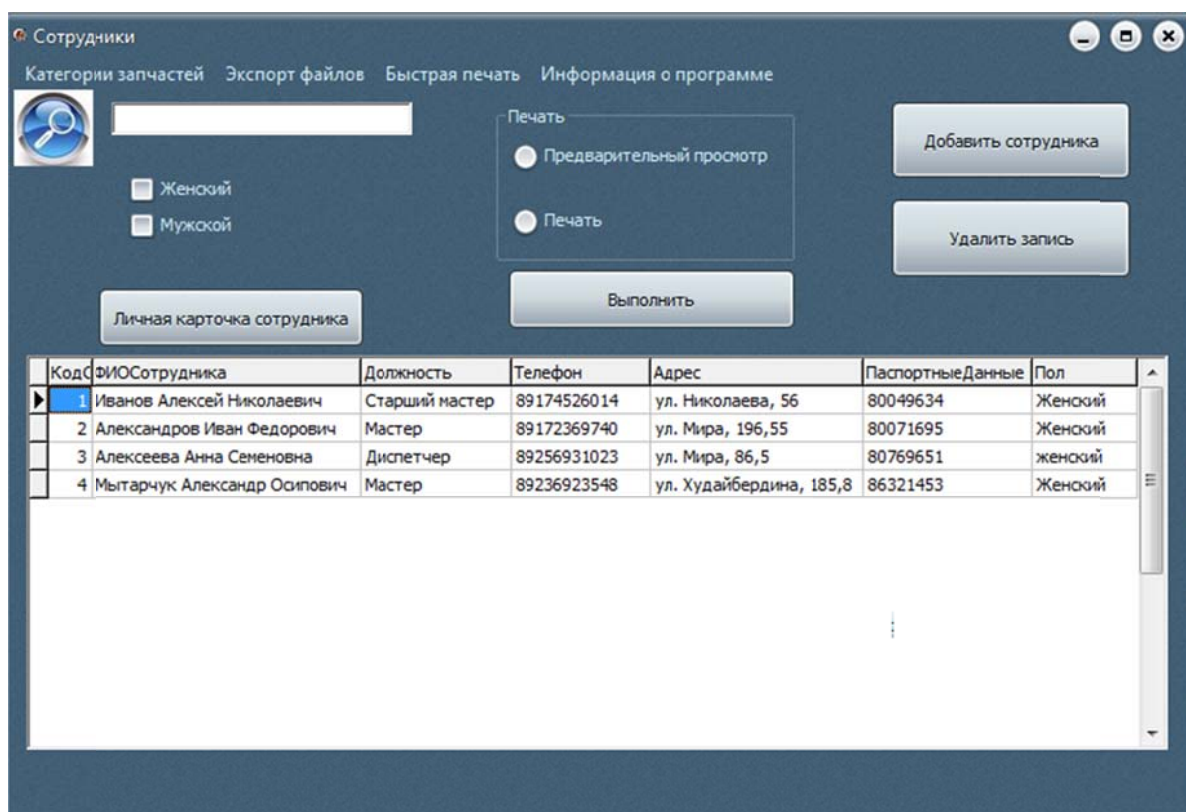


Рисунок 3. Окно «Сотрудники»

После реализации приложения в среде языка программирования Embarcadero RAD Studio следующим этапом стало тестирование программ.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хусаинов И. Г. Использование новых технологий в автоматизации рабочего места / И. Г. Хусаинов // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии» (ИТСиТ-2014): Всерос. науч.-практ. конф. – Кемерово, 2014. – С. 442–443.
2. Хусаинова Г. Я. Разработка автоматизированного рабочего места менеджера по продаже автомобилей / Г. Я. Хусаинова, И. Г. Хусаинов // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. – Санкт-Петербург, 2014. – Т. 1. – № 7. – С. 126–128.
3. Хусаинов И. Г. Тепловые процессы при акустическом воздействии на насыщенную жидкостью пористую среду / И. Г. Хусаинов // Вестник Башкирского университета. – 2013. – Т. 18. – № 2. – С. 350–353.

**Автор:** М.А. Агапов, студент, [gkama@mail.ru](mailto:gkama@mail.ru)

**Научный руководитель:** Г.Я. Хусаинова, науч. руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент, Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета.

**Аннотация:** Подробно рассмотрена разработка клиентского приложения на примере сервисного центра. Приведены программные коды реализуемых кнопок. Программа отлажена и протестирована.

**Ключевые слова:** клиентское приложение, информационная система, автоматизация, тестирование.

#### **DEVELOPMENT OF THE CUSTOMER APPLICATION OF INFORMATION SYSTEM OF THE SERVICE CENTER**

**Author:** M.A. Agapov, student, gkama@mail.ru

**Research supervisor:** G.Ya. Khusainova, PhD of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor Sterlitamak branch Bashkir state university.

**Abstract:** The development of the client application in the example of the service center is considered in detail. The program codes of the buttons implemented are given. The program is debugged and tested.

**Keywords:** client application, information system, automation, testing.



УДК 547.594.3+547.115.3+547.125.3

## СИНТЕЗ ЦИКЛИЧЕСКИХ ТРИКЕТОНОВ – ИСХОДНЫХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ АМИНОВ

*Васильева Н.Г., канд. хим. наук, доцент, Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка (Минск); Лахвич Ф.А., член-корр., академик АН Беларуси, главный научный сотрудник Института биоорганической химии НАН Беларуси (Минск); Козлова-Козыревская А.Л., канд. хим. наук, доцент; Бельчина А.Л., магистрант, Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка (Минск)*

Из литературного обзора, а также многочисленных работ по данной тематике сотрудников Института биоорганической химии НАН Беларуси, что  $\beta$ -трикарбонильная структура (рисунок 1) в той или иной модификации входит в структуры многих выделенных природных соединений, обладающих определенной биологической активностью (противогрибковой, антибиотической, феромонной и др.) [1]. В силу своих химических свойств многие вещества, содержащие  $\beta$ -трикарбонильную структуру, являются универсальными химическими фрагментами для синтеза целого ряда важных биологически активных соединений как природного ряда, так и получаемых синтетическим путем (стероидов, простагландинов, антибиотиков, феромонов, пестицидов) [2].

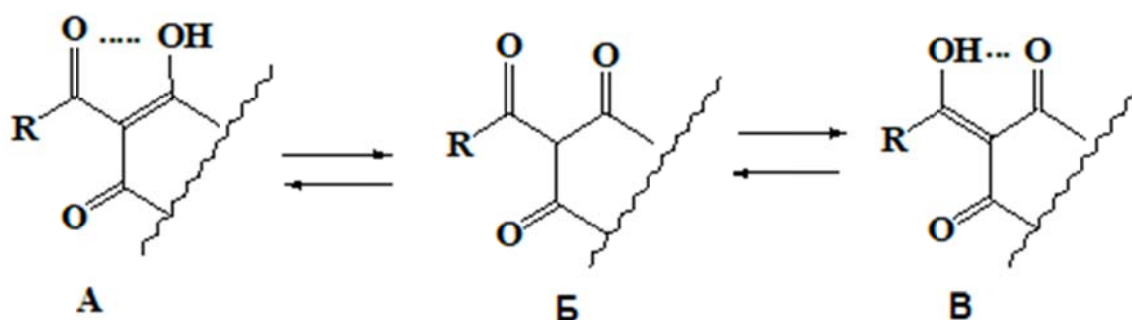
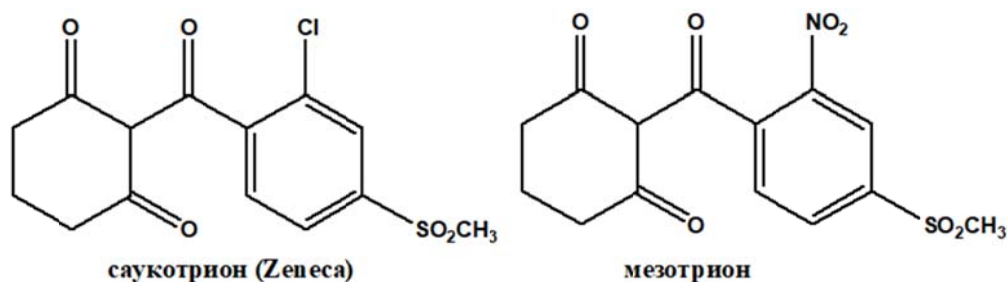


Рисунок 1.  $\beta$ -Трикарбонильная структура

Среди синтетических производных 2-ацилциклогексан-1,3-дионов особенно следует выделить группу гербицидных препаратов, разработанных рядом фирм (структуры некоторых из них приведены на схеме 2), которые обладают высокой селективностью действия, низкой собственной токсичностью, быстрой полной деградацией в почве и растениях. Как вид-

но из приведенных примеров (на рисунке 2), в состав структуры этих препаратов входят фрагмент циклогексан-1,3-диона, ароматический заместитель и остаток карбоновых кислот.



**гербициды против основных широколиственных и травянистых сорняков на кукурузе и сахарном тростнике**



**применяются против однолетних и многолетних сорных злаков на посевах широколиственных (сахарной свеклы, капусты, сои и др.) и злаковых культур**

Рисунок 2. Гербицидные препараты

Для получения в дальнейшем аминов нами осуществлен первый этап запланированного, включающий синтез трикарбонильных соединений. В качестве исходного дикетона использовали циклогександион-1,3 (дигидро-резерцин) и 5,5-диметилциклогександион-1,3 (димедон).

Синтез  $\beta$ -трикетонов осуществляли по разработанной в Институте биоорганической химии НАНБ методике (рисунок 3), основанной на O-C-изомеризации сложного енолэфира III под действием катализатора [3].

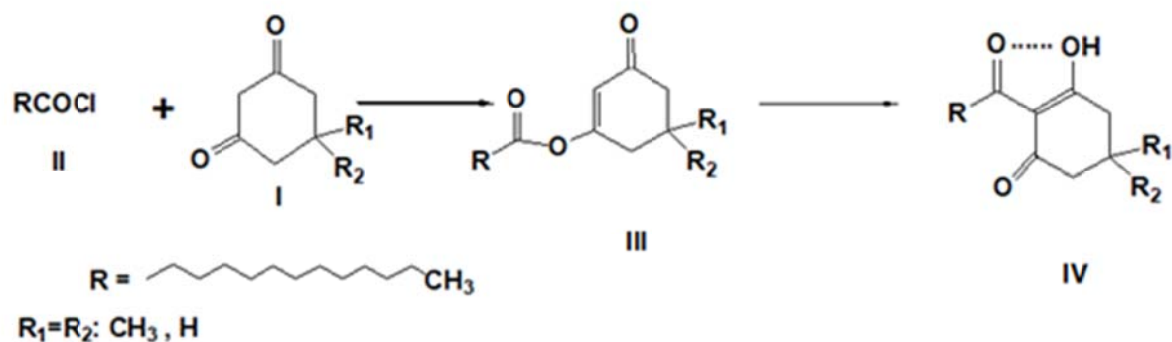


Рисунок 3. Схема синтеза трикетонов

Необходимый для синтеза енолэфиров III хлорангидрид миристиновой кислоты получали взаимодействием данной кислоты с тионилхлоридом, который выступает и в роли реагента, и растворителя. Полученный таким образом хлорангидрид растворяли в абсолютном хлороформе и прикапывали в течение 1,5 часа к интенсивно перемешиваемому хлороформному раствору соответствующего дикетона (димедона, дигидрорезорцина) и пиридина. Перемешивали реакцию смесь еще в течение часа. Далее реакцию смесь разбавляли хлороформом, обрабатывали водой, раствором соляной кислоты, снова водой, насыщенным раствором соды и водой. Сушили сульфатом магния. После упаривания хлороформа на ротаторном испарителе хлороформа выделяли о-ацилпроизводные, которые далее растворяли в абсолютном бензоле, добавляли диметиламинопиридин (около 10% от массы о-ацилпроизводного) и кипятили около 15 часов. Контроль за ходом реакции осуществляли с помощью ТСХ на пластинках Kieselgel 60 F254 в системе эфир-гексан в соотношении 1:1. Все получаемые β-трикарбонильные соединения дают, как и описано в литературных источниках, характерное интенсивное окрашивание при обработке их спиртовым раствором железа (III) хлорида. Данные ИК и ПМР спектров подтверждают структуры конечных продуктов и согласуются с литературными данными для аналогичных соединений [4].

Так, в спектрах ПМР соединений IV кроме ожидаемых сигналов протонов алкильного фрагмента и химических сдвигов циклогексановой части в ожидаемых областях наблюдается сигнал енольного протона гидроксильной группы в виде четкого синглета в области слабых полей (при 18,25-18,30 м.д.). Отсутствие сигнала в области 5,88 м.д. соединений IV также свидетельствует о прошедшей изомеризации енолэфиров III. В ИК спектрах имеются характерные для всех β-трикарбонильных соединений полосы поглощения свободной и сопряженной карбонильных групп (1560 и 1670 см<sup>-1</sup>).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лахвич, Ф. А. Циклические  $\beta$ -трикетоны в природе. Выделение, структура и биологическая активность / Ф. А. Лахвич, Т. С. Хлебникова // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. хім. навук. – 1996. – № 4. – С. 101-119.
2. Рубинов, Д. Б. 2-Ацилциклоалкан-1,3-дионы: нахождение в природе, биологическая активность, биогенез, химический синтез / Д. Б. Рубинов, И. Л. Рубинова, А. А. Ахрем // Химия природных соединений. – 1995. – № 5. – С. 635-663.
3. A new simple synthesis of 2-acylcyclohexane-1,3-diones / A. A. Akhrem, F. A. Lakhvich, S. I. Budai, T. S. Khlebnicova, I. I. Petrusevich // Synthesis. – 1978. – № 12. – P. 925–927.
4. Синтез кайромоннов ряда 2-ацилциклогексан-1,3-дионов с ненасыщенной боковой ацильной цепью и их аналогов / Ф. А. Лахвич, И. И. Петрусевич, Н. Г. Огейко, А. Н. Сергеева // Журнал органической химии. – 2008. – Т. 44, вып. 10. – С. 1468-1474.

**Авторы:** Васильева Н.Г. – канд. хим. наук, доцент кафедры химии Белорусского государственного педагогического университета им. М. Танка, [ogeiko@rambler.ru](mailto:ogeiko@rambler.ru); Лахвич Ф.А. – член-корреспондент, академик АН Беларуси, д-р хим. наук, профессор, главный научный сотрудник Института биоорганической химии НАН Беларуси, [lakhvich@iboch.bas-net.by](mailto:lakhvich@iboch.bas-net.by); Козлова-Козыревская А.Л. – канд. хим. наук, доцент кафедры химии Белорусского государственного педагогического университета им. М. Танка, [kozyrevskaya@tut.by](mailto:kozyrevskaya@tut.by); Бельчина А.Л. – магистрант Белорусского государственного педагогического университета им. М. Танка, [sakko.anastasija@mail.ru](mailto:sakko.anastasija@mail.ru)

**Аннотация:** Нами осуществлен синтез ряда соединений  $\beta$ -трикарбонильной структуры с помощью методики, разработанной в Институте биоорганической химии НАН Беларуси. В качестве исходной кислоты использовали миристиновую (тетрадекановую). Реакция данной кислоты с тионилхлористым позволяет получить ее хлорангидрид, дальнейшее взаимодействие которого с соответствующим циклогексан-1,3-дионом дает сложный енолэфир, последующая изомеризация которого позволяет синтезировать 2-миристиноилциклогексан-1,3-дионы.

**Ключевые слова:** 2-миристиноилциклогексан-1,3-дионы; енолэфиры; тионилхлористый; димедон; дигидрорезорцин.

### SYNTHESIS OF CYCLIC TRICETONS - INITIAL REAGENTS FOR PRODUCING CYCLIC AMINES

**Authors:** Vasilyeva N.H. – PhD, Associate Professor, Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, [ogeiko@rambler.ru](mailto:ogeiko@rambler.ru); Lakhvich F.A. – corresponding member, academician of the Academy of Sciences of Belarus, Doctor of chemical sciences, leading researcher of laboratory of chemistry of prostaglandins of Institute of bioorganic chemistry of National Academy of Science, [lakhvich@iboch.bas-net.by](mailto:lakhvich@iboch.bas-net.by); Kozlova-Kozyrevskaya A.L. – PhD, Associate Professor at the department of chemistry Belarusian state pedagogical university named after Maxim Tank, [kozyrevskaya@tut.by](mailto:kozyrevskaya@tut.by); Belchina A.L. – graduate student of Belarusian state pedagogical university named after Maxim Tank, [sakko.anastasija@mail.ru](mailto:sakko.anastasija@mail.ru)

**Corresponding author:** [ogeiko@rambler.ru](mailto:ogeiko@rambler.ru)

**Abstract:** We synthesized a number of compounds of the  $\beta$ -tricarboxyl structure with the help of a technique developed at the Institute of Bioorganic Chemistry of the NAS of B. Myristic (tetradecanoic) was used as the starting acid. The reaction of this acid with thionyl chloride gives its acid chloride, the further interaction of which with the corresponding cyclohexane-1,3-dione yields a complex enol ether, the subsequent isomerization of which allows the synthesis of 2-myristinoylcyclohexane-1,3-diones.

**Key words:** 2-myristinoyl-cyclohexane-1,3-diones; enol esters; thionyl chloride; dimedone; dihydroresorcinol.

## ПОЛИВИНИЛОВЫЙ СПИРТ В ОСНОВЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

*А.Ф. Валиева, канд. хим. наук, доцент, филиал ТИУ  
в г. Нижневартовске; Ю.С. Зимин, д-р хим. наук, профессор, Башкирский государственный университет, г. Уфа*

Поливиниловый спирт (ПВС) – твердый синтетический полимер белого цвета, без вкуса и запаха, растворим в воде, нетоксичен [1].

Наиболее распространенным способом получения поливинилового спирта является метанолиз поливинилацетата в присутствии кислоты или щелочи в качестве катализатора [1]. Наряду с кислотным и щелочным омылением поливинилацетата для получения ПВС используют омыление в присутствии аммиака и расщепляющих катализаторов. В зависимости от способа получения образующийся ПВС имеет разную молекулярную массу, степень полимеризации, степень разветвления и разные концевые функциональные группы.

Химические свойства поливинилового спирта [1] обусловлены наличием гидроксильных групп, поэтому он вступает в реакции, типичные для многоатомных спиртов. ПВС способен, например, образовывать сложные и простые эфиры, реагировать с металлическим натрием, альдегидами и кетонами, образовывать при низких температурах ксантогенаты с  $CS_2$  и  $NaOH$ .

Поливиниловый спирт находит широкое и разнообразное применение в различных отраслях промышленности [2]. Это связано с тем, что ассортимент изделий, изготовляемых из ПВС, определяется прежде всего его специфическими физическими и химическими свойствами (стойкость к органическим растворителям и маслам, газонепроницаемость, нестойкость к воде и т.д.). Не последняя роль отводится и возможности получать ПВС различными способами, которые позволяют варьировать его характеристики (молекулярный вес, степень полимеризации, разветвления, ацеталирования и т.д.) в зависимости от требований, предъявляемых к качеству этих изделий. Так, поливиниловый спирт используют в производстве клеев и косметики, пленок и мембран, синтетического волокна и моющих средств,

эмульгаторов и латексов, фунгицидных препаратов и катализаторов, в текстильной, лакокрасочной, радиотехнической, полиграфической и пищевой промышленности, в бумажном производстве и в фотографии. Следует отметить, что это один из немногих синтетических полимеров, обладающий такими свойствами, как водорастворимость, нетоксичность, полная индифферентность по отношению к тканям живого организма, благодаря которым он также находит широкое и разнообразное применение в медицине.

Целью данной работы является изучение литературных данных о возможности использования низкомолекулярных полимеров поливинилового спирта с различными концевыми функциональными группами в качестве матрицы при изготовлении лекарств пролонгированного действия.

Одним из первых применений ПВС было использование его в виде нитей («синтофил») при операциях в хирургии [2]. В отличие от кетгута нити из ПВС отличаются гладкой поверхностью, отсутствием узлов и повышенной прочностью, что дает возможность наносить меньше повреждений тканям организма при их сшивании. Крупным преимуществом является легкость стерилизации материала из ПВС по сравнению со стерилизацией нитей из кетгута, так как нити могут получаться непосредственно из стерилизованного поливинилового спирта. По сравнению с шелком нити из ПВС обладают преимуществом в отношении гомогенности структуры (они не состоят из многочисленных спряденных волоконцев) и превосходят шелк по прочности.

Наряду с нитями в хирургии применяются различные изделия из поливинилового спирта, например ленты, трубки для соединения нервов, для дренажа ран [2], пенопласты при операциях на сердце [3], причем, так же как и при использовании нитей, возможно введение в состав полимера различных лекарственных соединений.

Уже с 1960 г. наиболее важным применением поливинилового спирта в области хирургии [2] является использование пористых материалов (поропластов) из ПВС для заполнения полостей, образующихся при оперативном удалении пораженных заболеванием частей человеческого организма и замены артерий.

Полимер применяется также в качестве пластырей, перевязочных материалов, зубных пломб [2], защитных покрытий для таблеток [4], для добавки к гипертоническим и изотоническим растворам, кровозаменяющим растворам и в качестве антикоагулянта [2], а также для изготовления контактных линз [5] и противозачаточных средств [6].

Поливиниловый спирт находит применение при гормонотерапии. При лечении диабета его предлагают для образования нейтральных устойчивых растворов гормонов поджелудочной железы, причем кислые растворы нейтрализуются гидроксидом натрия, а щелочные – соляной кислотой или гидрофосфатом натрия [2].

Растворы ПВС используют также для смешивания с эфедрином с целью увеличения вязкости и облегчения распыления смесей, применяемых при лечении слизистых оболочек [7].

Йод-поливиниловый спирт успешно применяют для лечения желудочно-кишечных заболеваний, болезней уха, горла и носа, некоторых кожных заболеваний, болезней полости рта, заболеваний крови, при обработке ран и операционных полостей [2].

Водорастворимые мази на основе ПВС являются ценными средствами для лечения кожных заболеваний [8].

Гидрогели на основе поливинилового спирта [9] обладают хорошей совместимостью с живыми тканями, механической прочностью и прозрачностью. Поэтому их используют для изготовления контактных линз, медицинских принадлежностей, работающих в контакте с физиологически активными веществами (ферментами, гемоглобином и др.). Гидрогели в виде пленок применяют как диафрагмы, в форме трубки – как искусственный пищевод, трахею, как защитное покрытие для трубок из полисилоксана, ПЭФ, снижающего их реакционную способность с физиологически активными веществами.

Гидрогели на основе смесей ПВС с хитозаном [10] оказывают противобактериальное и противогрибковое действие. Поэтому их широко используют в биомедицине, для изготовления гигиенических изделий, для протезирования межпозвоночных дисков и в качестве перевязочных материалов.

Гидрогели можно использовать для регулируемого выделения витамина В12, п-ацетаминофенола, инсулина и овалбумина [11]. Кроме того, они могут быть использованы в качестве биodeградируемых подложек в клеточной инженерии, систем с контролируемым выделением лекарственных препаратов, а также для замещения дефектов мягких тканей и заполнения полостей при ряде хирургических операций.

Особым видом использования поливинилового спирта и ряда его сополимеров (с винилпирролидоном, кротоновой кислотой и ее производными и другими ненасыщенными мономерами), обладающих свойствами заменителей кровяной плазмы, является их применение для химического сочетания с лекарственными соединениями, содержащими группы –ОН, –СООН, –CONH<sub>2</sub>, –NH<sub>2</sub> [12, 13]. К таким лекарственным соединениям принадлежат, например, п-аминосалициловая кислота, п-аминобензойная кислота, новокаин, пеллентан, различные антибиотики и другие лекарственные соединения, применяемые для лечения туберкулеза, предупреждения и лечения инфарктов, антисклерозные препараты и препараты противораковой терапии. Присоединение таких лекарственных соединений к молекуле синтетического полимера кровозаменителя дает возможность вводить его в кровь и (изменяя длину макромолекул полимера) регулировать время нахождения в организме, добиваясь в ряде случаев не только

количественного, но и нового качественного эффекта. Указываются [2, 14] преимущества применения ПВС в качестве подложки по сравнению с поливинилпирролидоном и полиакриламидом в плане нетоксичности и полной индифферентности по отношению к тканям живого организма, меньшей опасности образования инфильтратов, профилактики и подавления различных гнойно-воспалительных процессов и т.д.

Как видно из обзора областей применения поливинилового спирта в медицине, ПВС действительно можно использовать в качестве матрицы при изготовлении лекарств пролонгированного действия, но отсутствует информация о молекулярной массе полимера и его дополнительной функционализации, что станет предметом дальнейших исследований.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ушаков С.Н. Поливиниловый спирт и его производные. – М.-Л.: Изд. АН СССР, 1960. – Т.1. – 528 с.
2. Ушаков С.Н. Поливиниловый спирт и его производные. – М.-Л.: Изд. АН СССР, 1960. – Т.2. – 296 с.
3. Асано К. Применение пенопластов из поливинилового спирта при операциях на сердце // Кобунси. – 1959. – Т.8. - № 3. – С. 139-142.
4. Мазепа Н.В. Исследование поливинилового спирта в качестве защитного покрытия для таблеток // Тез. докл. студ. науч. конф. – СПб.: Изд-во хим.-фармацевт.ин-та, 1995. – С. 31.
5. Танака К. Способ получения отливок из непластифицированного поливинилового спирта // Японск. пат., кл. 25(5), F1, (В 29 с), № 6910. – Заявл. 8.08.67, опубл. 28.02.72.
6. Накацо Т., Судзуки Ц. Получение синтетического противозачаточного средства // Японск. пат., кл. 94 Е 5, F1, (А 61 f 5/42), № 48-31559. – Заявл. 23.07.69, опубл. 29.09.73.
7. Yoshitomo O., Yasuko T., Katsuo A., Takatsuka Y. Aqueous suspension of pharmaceuticals // Takeda Chemical Ind., Ltd. – Пат. США, кл. 424-80, (А 61 К 31/79, А 61 К 47/00), № 3927205. – Заявл. 09.04.74, опубл. 16.12.75.
8. Киити С., Масацуне К., Акио К., Макото С., Кадзуюки С., Сигэсукэ Й. Пленкообразующая мазь // К. к. Санва кагаку кэнкюсе. – Заявка 62-67017, Япония, МКИ А 61 К 9/06, А 61 К 9/70. - № 60-205388. – Заявл. 19.09.85, опубл. 26.03.87.
9. Сюдзо Я., Тосихидэ Н., Коити Т. Гидрогели // К.к. Курарэ. – Япон. заявка, кл. 25(1)С138, (С 08 L 29/04), № 51-11256. – Заявл. 26.03.75, опубл. 01.10.76.
10. Томое К., Norihiko M., Masanobu N. Противобактериальное и противогрибковое действие гидрогелей на основе смесей поливинилового спирта с хитозаном // Jap. J. Polym. Sci. and Technol. – 1998. – V. 55. - № 10. – P. 628-631.



11. Артюхов А.А., Штильман М.И., Горчаков А.В., Коршак А.Ю. Сшитые макропористые гидрогели поливинилового спирта для медицины и биотехнологии // Матер. Межд. конф. студ. и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов-2005». – М.: Изд-во МГУ, 2005. – Т.1. – С. 55.

12. Covello M., Ciampa G., Vittoria A. L alcool polivinilico come macromolecola supporto per unita farmacologicamente attive. Nota I: sintesi e proprieta di poli[(2-ossi-5-alo)-benzoati di vinile] // Rend. Accad. sci. fis. e mat. Soc. naz. sci. lettere ed arti Napoli. – 1967. – V. 34. – P. 230-236.

13. Covello M., Ciampa G., Vittoria A. L alcool polivinilico come macromolecola supporto per unita farmacologicamente attive. Nota II: sintesi e proprieta di poli[(2-acetossi-5-alo)-benzoate di vinile] // Rend. Accad. sci. fis. e mat. Soc. naz. sci. lettere ed arti Napoli. – 1967. – V. 34. – P. 237-242.

14. Юданова Т.Н., Алешина Е.Ю., Регистов И.В., Гольбрайх Л.С. Биологически активные поливинилспиртовые пленки для медицины // 3 Всер. Каргинская конф-я, посвящ-я 250-летию Моск. гос. ун-та, «Полимеры-2004». – М.: Изд-во МГУ, 2004. – С. 164.

**Автор:** Валиева А.Ф., канд. хим. наук, доцент, [valieva\\_albina79@mail.ru](mailto:valieva_albina79@mail.ru)

**Научный руководитель:** Зимин Ю.С., д-р хим. наук, профессор, Башкирский государственный университет, г. Уфа

**Аннотация:** В статье рассматривается использование поливинилового спирта в различных отраслях промышленности, что возможно благодаря его уникальным физическим и химическим свойствам. Особое внимание уделяется применению полимера в медицине.

**Ключевые слова:** поливиниловый спирт, медицина, матрица, лекарства пролонгированного действия.

#### **POLYVIOL IS IN BASIS OF MEDICINAL PREPARATIONS**

**Author:** Valieva A.F., candidate of chemical sciences, associate professor, branch of the Tyumen industrial university in Nizhnevartovsk, [valieva\\_albina79@mail.ru](mailto:valieva_albina79@mail.ru)

**Research supervisor:** Zimin U.S., doctor of chemical sciences, professor, Bashkir state university, Ufa

**Abstract:** In the article the use of polyviol is examined in different industries of industry, that maybe due to his unique physical and chemical properties. The special attention is spared to application of polymer in medicine.

**Key words:** polyviol, medicine, matrix, medications of the prolonged action.

## **ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ**

*Козлова-Козыревская А.Л., доцент, канд. хим. наук;  
Васильева Н.Г., доцент, канд. хим. наук. Белорусский государственный  
педагогический университет имени Максима Танка, г. Минск, Беларусь*

Проблема повышения качества химического образования в средней школе в настоящее время является исключительно актуальной. Решение данной проблемы тесно связано с реализацией в практике преподавания триединой задачи обучения любому учебному предмету – обучающей, воспитательной и развивающей. Химия – это предмет естественнонаучный. Главное назначение этой дисциплины – формирование научного мировоззрения учащихся школы, знаний о природе и методах её познания.

Мировоззрение, а особенно научное, придаёт человеческой деятельности организованный, осмысленный и целенаправленный характер. В мировоззрении мы осознаём себя через обобщённое, интегрированное отношение к миру как целому, частью которого и являемся сами. Тем не менее, в практике работы большинства учителей до сих пор отсутствует система формирования научного мировоззрения в процессе преподавания химии.

Изучив возможности предмета химии можно с уверенностью сказать, что эта наука вносит серьёзный вклад в формирование материалистических взглядов и убеждений. Серьёзным мотивом в изучении данного предмета являются положительные эмоции учащихся в усвоении мировоззренческих знаний. Объективная химическая картина мира и научное мировоззрение учащегося составляет основу решения всех воспитательных задач.

Весь обучающий курс химии в средней школе базируется на изучении вещества, как одного из видов материи, а также химической реакции как формы движения этого вещества. Учащиеся экспериментально и теоретически изучают состав, строение, свойства, превращения веществ, усваивая при этом пути химического познания, овладевая его методами. Постепенно их подводят к выводу о том, что вещество познаваемо и изменчиво, что неизменяемых веществ в природе не существует. Кроме веществ, они знакомятся с различными частицами. При изучении темы «Строение атома» мы убеждаемся в том, что атомы всех элементов имеют одну и ту же материальную основу. Из всеобщего закона природы вытекает закон периодичности.

В ходе изучения полного курса химии «красной» нитью проходит идея развития веществ от простых до сложных белковых соединений и их взаимосвязь. Такие знания служат учащимся основой для понимания всеобщих взаимосвязей в природе. Благодаря тому, что знания о веществе яв-

ляются определяющими в химии, учащиеся делают мировоззренческие выводы о материальности мира, его единстве и многообразии, его познаваемости [1].

Большая роль в формировании научного мировоззрения учащихся отводится изучению Периодического закона как теоретической и методологической основы школьного курса. В ходе изучения Периодического закона, несомненно важно представить его, как всеобщий закон развития природы, а Периодическую систему, основанную на этом законе – как величайшее обобщение химических знаний об элементах и образованных ими веществ.

При изучении темы о типах химических реакций как качественных изменений веществ преподаватель убеждает учащихся, что составляющие их атомы при этом не разрушаются. Свидетельством того, что материя изменчива, но неуничтожима является тот факт, что в ходе химических превращений происходит непрерывное изменение и переход одних форм материи в другие. Познание динамики химических превращений веществ для вывода [2].

Всякая химическая реакция есть качественное изменение вещества. Знания о превращениях в ходе химических реакций служат и основой для раскрытия и подтверждения материалистических законов диалектики: кислотно-основные и окислительно-восстановительные взаимодействия подтверждают действие закона борьбы противоположностей и закона отрицания; изучение состава, классификаций гомологических рядов соединений – закона перехода количества в качество.

В ходе изучения химии учащиеся встречаются с множеством противоречий. Примером этого могут служить – природа атома, наличие в его составе положительных и отрицательных частиц, их взаимодействий, отвергающие борьбу и единство противоположностей. Такие противоречия при рассмотрении большинства тем химии должны быть показаны как источник развития природы и непременно использованы для создания в обучении проблемных ситуаций.

Всестороннее рассмотрение на основе межпредметных связей различных химических явлений возможно в их развитии и взаимосвязи. По мере того как происходит накопление мировоззренческих знаний, ознакомление с методами научного познания учащиеся постепенно приходят к овладению диалектическим подходом к изучению объектов и явлений химии. Это даёт возможность ученикам представить химию не только как науку, объясняющую мир и процессы, происходящие в нем, но и как преобразующую его в ходе человеческой деятельности. Превращение знаний в убеждения, поиск путей этого процесса – важнейшая учебно-воспитательная задача обучения химии.

Химия всегда находилась в тесном содружестве с другими науками, а также в союзе с философией, она даёт обширный фундаментальный ма-

териал для выработки у будущего учёного научно-философских взглядов на природу и окружающий мир. Осуществляя систему педагогических воздействий, учитель химии должен видеть основную цель работы по формированию мировоззрения учащихся [3].

Создание в сознании учащихся научной химической картины природы, усвоение ими знаний методологического характера и понимание социально-мировоззренческого аспекта химии позволяет учителю раскрыть все стороны изучаемой темы. Следует показать ученикам место химической картины природы, специфику характерных для неё черт и общность с физикой, биологией. Этим учитель создаёт базу для формирования у школьников философской картины мира [4].

Имея в основе систему химических научных и методических идей, школьный курс химии должен иметь и адекватную им систему мировоззренческих идей. При отборе идей и положений нужно учесть такие их показатели, как тесная связь с содержанием учебного предмета, логическая обоснованность введения и закрепления в сознании учащихся при изучении школьного курса химии, возможность использования для создания представлений об общих закономерностях явлений природы [5].

Каждая наука, включая химию, создаёт свою конкретную научно-мировоззренческую картину природы (соответствующую определённой форме движения материи). Через теорию познания часть этих представлений включается в философскую картину мира, находящуюся на более высоком уровне обобщения по сравнению с конкретно-научной.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боряз, В. Н. Философские вопросы химии. Очерк истории диалектико-материалистической разработки [Текст] / В. Н. Боряз, Е. Ф. Солопов. – Ленинград : Наука, 1976. – 251 с.

2. Воронович, Б. А. Философские проблемы взаимодействия общества и природы / Б. А. Воронович. – Москва : Мысль, 2012. – 132 с.

3. Чернобельская, Г. Б. Методика преподавания химии в средней школе / Г. Б. Чернобельская. – Москва : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – 98 с.

4. Гессен, С. И. Основы педагогики. Введение в прикладную философию / С. И. Гессен. – Москва : Мир, 2015. – 139 с.

5. Кузнецова, Н. Е. Методика преподавания химии: уч. пос. для студентов пед. инст. по хим. и биол. спец. / Н. Е. Кузнецова, В. П. Гаркунова. – Москва : Просвещение, 2014. – 347 с.

**Авторы:** Козлова-Козыревская А.Л., доцент, канд. хим. наук, [kozyrevskaya@tut.by](mailto:kozyrevskaya@tut.by), Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка; Васильева Н.Г., доцент, канд. хим. наук, Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка.

**Аннотация:** Формирование научного мировоззрения при изучении химии является неотъемлемой частью преподавания химической дисциплины. В статье рассматриваются пути формирования научного мировоззрения при обучении фундаментальных тем школьного курса химии, ее связь с другими науками. Приведенные философские изложения очерчивают вопросы, связанные с химической картиной природы и её познанием человеком, что является задачей формирования научного мировоззрения учащихся.

**Ключевые слова:** научное мировоззрение, межпредметные связи, межпредметные задачи, тематические задания, химическая картина природы.

## FORMATION OF SCIENTIFIC WORLDVIEW OF STUDENTS AT THE STUDY OF CHEMISTRY

**Authors:** Kozlova-Kozyrevskaya A.L., Vasiljeva N.G., PhD in Chemistry of Belorussian Pedagogical State University of Minsk, [kozyrevskaya@tut.by](mailto:kozyrevskaya@tut.by)

**Abstract:** The formation of a scientific worldview in the study of chemistry is an integral part of the teaching of chemical discipline. The article examines the ways of forming a scientific world outlook while teaching the fundamental topics of the school chemistry course, its connection with other sciences. The above philosophical exposition outlines the questions connected with the chemical picture of nature and its cognition by man, which is the task of forming the scientific outlook of students.

**Key words:** scientific worldview, intersubject communications, intersubject problems, thematic tasks, chemical picture of nature.

УДК (502.63)

## ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Аитов И.С., канд. геогр. наук, доцент  
Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске*

Сегодня очень часто при изучении экологических ситуаций используются искусственные или произвольные территориальные подразделения. Для этой цели чаще всего принимают сетку политико-административного деления, так как по ней строится вся государственная статистика. Но субъекты Российской Федерации или административно-территориальные единицы более низкого уровня имеют границы, случайные по отношению к природным объектам и процессам, они не могут препятствовать распространению ни природных, ни антропогенных экологических воздействий [6]. Кроме того, они, как правило, внутренне разнородны по природным признакам и несопоставимы по размерам. Малоэффективен и подход, при котором на карте очерчиваются неопределенные «ареалы экологических ситуаций», не обнаруживающие каких-либо связей с ландшафтными, административными или другими рубежами. Довольно популярен «бассейновый подход», при котором территориальными объектами экологическо-

го анализа служат бассейны рек или озер. Однако этому подходу присуща определенная ограниченность [4]. Он эффективен лишь в частных случаях, при решении проблем водных ресурсов (например, эвтрофикации озер, распределение загрязнений по водным объектам и пр.), но менее эффективен в большинстве других ситуаций. К тому же охрана водных ресурсов – далеко не единственная экологическая проблема в регионах.

Считаем, что универсальное значение для изучения экологических ситуаций и разрешения территориальных экологических проблем имеет ландшафтный (геосистемный, ландшафтно-географический) подход, обеспечивающий их привязку к конкретным, объективно существующим территориальным подразделениям природной среды. По утверждению ряда авторов в геосистемах экологические условия уже как бы синтезированы в их естественных границах [2; 5; 8].

Ландшафтный (геосистемный) подход нацеливает на комплексную характеристику территории региона, на выявление и изучение взаимосвязей в системе «природа-хозяйство-общество», когда учитывается широкий комплекс природных, экологических, социальных, экономических, технологических и др. условий в конкретных территориальных образованиях.

Для получения подобной комплексной характеристики требуется проведение геоэкологического анализа территории региона. При этом в качестве основной цели выступает выявление состояния окружающей среды через составление географической картины возникновения и проявления экологических проблем и ситуаций на исследуемой территории. Объектом исследования принимается территория региона с имеющейся системой природно-территориальных комплексов, а предметом является пространственно-временные изменения экологически значимых свойств естественных и антропогенно преобразованных ландшафтов. Это предполагает проведение экологической оценки геосистем – определения степени пригодности природно-ландшафтных условий для проживания человека и какого-либо вида хозяйственной деятельности.

Экологической оценке могут подлежать геосистемы разных уровней, но особый интерес с экологической точки зрения представляет собственно ландшафт (синоним – район), в котором воплощается единство зональных, секторных, высотно-ярусных и азональных условий природной среды. По сути, ландшафт является естественным экологическим районом, заключающим в себе закономерно взаимосвязанную совокупность местных природных условий жизни людей. Его можно рассматривать как экосистему, «трансформатором» которой является проживающее на территории ландшафта население [7].

В географии давно признано, что ландшафтный район занимает узловое положение на стыке геосистем региональной и локальной размерности. Уже сложилось устоявшее представление о ландшафте как о территориальной интеграции локальных геосистем, создающих его характерный

внутренний узор (морфологию), и начальной ступени регионального уровня, после которой геосистемы более высокого уровня рассматриваются как объединения ландшафтов. К тому же практикой давно доказана особая важность ландшафта как опорной территориальной системы при комплексном учете природных ресурсов, оценке природной среды для ее рационального использования, организации охраняемых территорий и др. [8].

При экологической оценке геосистем определяются экологически значимые свойства ландшафтов, т.е. те, которые могут способствовать или не способствовать проявлению экологических проблем (например, слабый водообмен, легкий механический состав почв и т.д.), а также представляющих особую ценность (местообитание промысловой фауны, высокобонитетные леса, рекреационные места и т.п.), потеря которых приводит к значительному ущербу [3].

Оценка экологически значимых свойств тесно связана с определением природного потенциала ландшафта (таблица 1) и, в частности его устойчивости, т.е. способности поддерживать свое нормальное состояние при внешних (в т.ч. антропогенных) воздействиях. Понятие «устойчивость» является узловым для всех видов определения экологического потенциала ландшафта.

Таблица 1

Природный потенциал ландшафта и экологические проблемы, связанные с его использованием (по А.Г. Исаченко, 1991)

ПРИРОДНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ЛАНДШАФТА		
Устойчивости	Ресурсный	Экологический
Способность сохранять структуру и функционирование или восстанавливаться после антропогенной нагрузки	Способность обеспечивать общественное производство энергетическими и сырьевыми ресурсами	Природные условия жизни населения: способность удовлетворять потребности человека в первичных (т.е. не связанных с производством) средствах существования - воздухе, свете, тепле, питьевой воде, источниках пищевых продуктов; а также в условиях трудовой деятельности, отдыха, духовного развития
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ		
Связанные с перегрузкой природных систем, - собственно экологические	Связанные с переиспользованием природно-ресурсного потенциала	Связанные с изначально неблагоприятными свойствами природных систем для проживания людей, тех или иных видов природопользования (экстремальные природные условия, возможность стихийных бедствий и т.п.) и измененными негативными свойствами ландшафтов в результате хозяйственной деятельности

Критерии оценки экологического состояния геосистемы можно разделить на покомпонентные (частные) и комплексные (суммарные, интегральные). Первые должны выражать наиболее существенные признаки

состояния компонентов природной среды и их закономерных территориальных сочетаний в геосистемах.

К комплексным экологическим критериям относят показатели, характеризующие состояние геосистем в целом. Они могут быть получены на основе суммирования покомпонентных критериев или путем нахождения общесистемных индикаторов. В качестве индикаторов можно выделить интенсивность биологического круговорота, определяемую как отношение массы ежегодной биологической продукции к общей биомассе; естественную способность геосистем к самоочищению, обусловленную особенностями взаимосвязей и скоростью биологического круговорота; энерго-вещественный баланс природных систем и др. Затем необходимо осуществить пространственно-временную интерпретацию таких данных – провести геоэкологический анализ территории [1].

Важным элементом геоэкологического анализа является систематизация антропогенных преобразований на основе учета разрушений в ландшафтах с помощью соответствующих показателей. Например, предельно допустимое состояние геосистемы  $C_d$  выраженное в процентах площадей, занятых естественными (коренными) геокомплексами и достаточных для самовосстановления без вмешательства человека, является нормативом для каждого ландшафтного типа. Реальное состояние геосистемы  $C_p$  определяется процентом действительных на данный момент измерения площадей естественных (ненарушенных) геокомплексов в исследуемой геосистеме. Показатель  $K_g$  (геоэкологический коэффициент Рянского-Аитова) отношения реального геоэкологического состояния  $C_p$  к предельно допустимому  $C_d$  отражает степень антропогенного преобразования геосистем ( $C_p/C_d=K_g$ ).  $K_g$  коррелирует с рядом других геоэкологических показателей (табл. 2). [9]

Таблица 2

Сопоставимость некоторых геоэкологических показателей

Кг геосис-темы	Устойчивость геосистемы	Экологическая ситуация (по Н.Ф. Реймерсу)	Комфортность среды
До 0,5	неустойчива	катастрофическая	абсолютно дискомфортная
От 0,51 до 0,9	слабоустойчива	критическая	дискомфортная
От 0,91 до 1,1	среднеустойчива	кризисная	умеренно дискомфортная
От 1,11 до 1,5	устойчива	равновесная	понижено комфортная
Выше 1,5	высокоустойчива	естественная	близкая к комфортной

Таким образом, ландшафтный подход позволяет получить комплексную (более объективную) оценку состояния окружающей среды, выделяя территории (территориальные сочетания) с определённой устойчивостью и экологическими показателями внутри геосистем различного таксономического уровня.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аитов, И. С. Геоэкологический анализ для регионального планирования и системной экспертизы территории (на примере Нижневартовского региона) : авторефер. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.36 / И. С. Аитов ; Институт водных и экологических проблем СО РАН. – Барнаул, 2006. – 19 с.
2. Виноградов, Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем [Текст] / Б. В. Виноградов. – Москва : Наука, 1984. – 320 с.
3. Егоренков, Л. И. Геоэкология: учеб. пособие [Текст] / Л. И. Егоренков, Б. И. Кочуров. – Москва : Финансы и статистика, 2005. – 320 с.: ил.
4. Исаченко, А. Г. Оптимизация природной среды (географический аспект) [Текст] / А. Г. Исаченко. – Москва : Мысль, 1980. – 264 с.
5. Исаченко, А. Г. География в современном мире: кн. для учителя [Текст] / А. Г. Исаченко – Москва : Просвещение, 1998. – 160 с.: ил.
6. Исаченко, А. Г. Экологическая география России [Текст] / А. Г. Исаченко. – Санкт-Петербург : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2001. – 328 с.
7. Исаченко, А. Г. Введение в экологическую географию: учеб. пособие [Текст] / А. Г. Исаченко. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУ, 2004. – 192 с.
8. Рянский, Ф. Н. Эколого-экономическое районирование в регионе. [Текст] / Ф. Н. Рянский. – Владивосток: Дальнаука, 1993. – 154 с.
9. Рянский, Ф. Н. Терраномический подход к социально-экономическому развитию нефтегазовых территорий в интересах обеспечения качества жизни в регионе / Ф. Н. Рянский // Региональная экологическая политика в условиях существующих приоритетов развития нефтегазодобычи: материалы Съезда экологов нефтяных регионов / ред. Б. П. Ткачёва. – Ханты-Мансийск: Полиграфист, 2007. – С. 214–226.

**Автор:** Аитов И.С., канд. геогр. наук, доцент. Филиал Тюменского промышленного университета в г. Нижневартовске, [aitovis@yandex.ru](mailto:aitovis@yandex.ru)

**Аннотация:** В статье обосновывается применение ландшафтного подхода для получения комплексной и более объективной оценки состояния окружающей среды. Ландшафт является естественным экологическим районом. Трансформируя ландшафт, люди изменяют экологические условия. С помощью геоэкологического анализа территории показана возможность оценки состояния окружающей среды через определение состояния ландшафта.

**Ключевые слова:** ландшафтный подход, состояние окружающей среды, геоэкологический анализ территории, потенциал ландшафта, преобразование ландшафта, геоэкологические показатели.

### LANDSCAPE APPROACH TO ESTIMATION OF THE STATE OF THE ENVIRONMENT

**Author:** Aitov I.S., [aitovis@yandex.ru](mailto:aitovis@yandex.ru), the candidate of geographical sciences, do-cent department of petroleum engineering the Industrial University of Tyumen, the branch in the city of Nizhnevartovsk.

**Abstract:** The article explains the application of landscape approach for comprehensive and more objective assessment of the state of the environment. The landscape is a natural ecological area. Transforming the landscape, people changing environmental conditions. With the help of a geoecological analysis of the territory shows the possibility of assessment of the state of the environment through the identification of the state of the landscape.

**Key words:** the landscape approach, environment, geoecological analysis of the territory, potential of the landscape, transformation of the landscape, geoecological indicators.

УДК 504.75

## РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗРУШЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Шулегин А.Ю., аспирант; Сивков Ю.В., канд. биол. наук, доцент  
Тюменский индустриальный университет*

Аварии, связанные с разливом нефти и нефтепродуктов характерны для объектах нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, при транспортировке данных продуктов наносится значительный вред экосистемам и приводят к негативным социально-экономическим последствиям [1-3].

Локализация и ликвидация аварийных разливов нефти предполагает выполнение комплекса задач. Независимо от характера разлива нефти первоочередными мерами по его ликвидации является локализацию пятен во избежание распространения дальнейшего загрязнения новых участков и уменьшения территории загрязнения [1, 4].

Важное значение, для ликвидации разлива, имеет понимание параметров возможных разливов на трубопроводах [1, 3, 5].

Согласно постановления Правительства РФ № 613 [6] максимальное количество разлитой нефти будет равно количеству нефти находящейся в оборудовании.

При разливе максимальное количество нефти рассчитывается с учетом коэффициента заполнения по формуле (1):

$$V_p = k_3 \cdot V, \quad (1)$$

где  $k_3$  – коэффициент использования объекта;  $V$  – номинальный объем оборудования,  $m^3$ .

Площадь, которую займет разлив ( $m^2$ ), рассчитывают по формуле (2) [7]:

$$S_p = f_3 \cdot \mathcal{W}_p, \quad (2)$$

где  $f_3$  – коэффициент разлива,  $m^2$ ;  $V_p$  – объем разлившейся нефти,  $m^3$ .

Коэффициент разлива определяют исходя из типа местности: 5 – при расположении в низине или на ровной поверхности; 12 – при расположении на возвышенности.

Пятно формируется в форме эллипса. Значения осей эллипса определяют по следующим формулам, для большой полуоси ( $b_{эл}$  в м):

$$b_{эл} = \sqrt{\frac{k_{ук} \cdot \mathcal{C}_p}{\pi}}, \quad (3)$$

и малой полуоси ( $a_{эл}$  в м):

$$a_{эл} = \frac{4 \mathcal{C}_p}{\pi \cdot \mathcal{C}_{эл}}, \quad (4)$$

где  $k_{ук}$  – коэффициент, характеризующий уклон местности ( $k_{ук} = 8$  для площадок с уклоном от 1 до 3%;  $k_{ук} = 16$  для площадок с уклоном более 3%).

При разливе следует учитывать, что легкие фракции будут испаряться. Масса углеводородов (УВ), испарившихся с поверхности, покрытой разлитой нефтью ( $\tau$ ), определяется по формуле:

$$m_v = q \cdot F \cdot 10^{-6}, \quad (5)$$

где  $q$  – удельный выброс углеводородов,  $г/м^2$ ;  $F$  – площадь земель загрязненных нефтью,  $м^2$ .

Удельные выбросы выбираются по справочным данным в зависимости от плотности нефти, средней температуры поверхности испарения, толщины слоя нефти на поверхности земли, продолжительности процесса испарения с поверхности земли.

Средняя температура поверхности испарения ( $^{\circ}C$ ) определяется по формуле:

$$t_m = 0,5 (t_o + t_a), \quad (6)$$

где  $t_o$  – температура нефти,  $^{\circ}C$ ;  $t_a$  – температура воздуха,  $^{\circ}C$ .

Наихудший вариант прогнозируется при наиболее низкой средней температуре, т.к. в этом случае меньшее количество нефти испарится, следовательно, большее ее количество останется для удаления с площадки.

Если средняя температура поверхности меньше  $4^{\circ}C$ , то удельный выброс принимается равным нулю (поэтому в зимнее время не учитываем потери нефти от испарения).

Количество нефти, впитавшейся в грунт ( $\tau$ ), рассчитывается по формуле:

$$m_n = k \cdot \rho \cdot F \cdot h, \quad (7)$$

где  $k$  – коэффициент нефтеемкости грунта ( $k = 0,04$ );  $h$  – средняя глубина проникновения нефти в грунт, м ( $h = 0,04$  м).

В соответствии с представленными формулами был произведен расчет параметров аварийного разлива нефти в результате разрушения трубопроводов на территории месторождения.

Характеристика возможного разлива на суше в результате разрушения трубопровода на территории месторождения представлена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика возможных разливов на суше в результате разрушения трубопроводов на территории месторождений

Параметр	Единица измерения	Значение параметра
Объем прокачки	м <sup>3</sup> /ч	1105,54
Плотность нефтепродукта	кг/м <sup>3</sup>	880
Объем прокачки	т/ч	972,88
Диаметр трубопровода внутренний	м	0,506
Длина трубопровода	м	1 200,00
Прорыв трубопровода		
Разлив 25 % объема в течение 6 часов	м <sup>3</sup>	1459,32
Масса нефти, разлившейся за 3 минуты	тонн	48,64
Масса нефти в трубопроводе	тонн	212,24
Суммарная масса нефти	тонн	1720,20
Объем разлива	м <sup>3</sup>	1954,78
Коэффициент разлива	единиц	5,00
Площадь зоны разлива	м <sup>2</sup>	9773,88
Время с момента аварии	сек	180,00
Удельные выбросы углеводородов	кг	2677,00
Масса испарившейся фракции	кг	26,16
Масса разлива с учетом испарения	кг	1694,04
Объем разлива с учетом испарения	м <sup>3</sup>	1925,04
Значение большой полуоси эллипса	м	157,80
Значение малой полуоси эллипса	м	78,90
Периметр разлива	м	743,25

Из таблицы видно, что площадь разлива нефти массой 1694,04 тонны составит 9677,00 м<sup>2</sup>, периметр разлива – 743,25 м.

Таким образом, при аварийном разливе нефти первостепенными мерами, будут являться меры направленные на локализацию пятна разлива во избежание распространения дальнейшего загрязнения новых участков. Понимание параметров возможных разливов будут способствовать уменьшению территории загрязнения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Парфенов В. Г. Геоэкология: учебное пособие / В. Г. Парфенов, Ю. В. Сивков. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – 176 с.
2. Сивков Ю. В. Природообустройство и ресурсосбережение: учеб. пособие [Текст] / Ю. В. Сивков. – Тюмень : ТИУ, 2016. – 160 с.
3. Оценка воздействия на окружающую среду объектов нефтегазовой отрасли: учеб. пособие / В. Г. Парфенов, Ю. В. Сивков, А. С. Никифоров. – Тюмень: ТИУ, 2016. – 170 с.
4. Sivkov Y. Use of Peat Ameliorant for Remediation of Oil-Contaminated Soils / Y. Sivkov // Indian Journal of Science and Technology. – Indian, 2016. – Volume № 9. Issue 14. – P. 1–7.
5. Environmental management & Audit EU – Tempus Project RECOAUD. Volume 4. Environmental assesment – Featured Articles [Text] / Marián Gogola [et al]. – Czestochowa – Žilina – Celje – Osijek – Kotor, 2016. – 146 p.
6. О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов: постановление Правительства РФ от 21 августа 2000 г. № 613 (ред. от 14.11.2014 г.) [Электронный ресурс] // ЗАКОНЫ, КОДЕКСЫ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ АКТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. – Режим доступа: <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-21082000-n-613/>.
7. Шабалин Е. К. Методические рекомендации по разработке типового плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов для нефтегазовых компаний / Е. К. Шабалин, Н. А. Тарасенко, С. Г. Мельников. – Екатеринбург : Росэнерго, 2015. – 45 с.

**Автор:** Шулегин А.Ю., аспирант, [tumen\\_sivkov@mail.ru](mailto:tumen_sivkov@mail.ru)

**Научный руководитель:** Сивков Ю.В., канд. биол. наук, доцент, Тюменский индустриальный университет.

**Аннотация:** Аварии, связанные с разливом нефти характерны для объектов нефтедобывающей промышленности, при транспортировке данных продуктов наносится значительный вред экосистемам. Важное значение, для ликвидации разлива, имеет понимание параметров возможных разливов нефти.

**Ключевые слова:** Авария, разлив, расчет, нефть, трубопровод, месторождение.

### CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE EMERGENCY OIL SPRAY AS A RESULT OF THE DESTRUCTION OF PIPELINES IN THE FIELD OF THE DEPOSIT

**Author:** Shulegin A.Y., post-graduate student, [tumen\\_sivkov@mail.ru](mailto:tumen_sivkov@mail.ru)

**Research supervisor:** Sivkov Y.V., b. PhD, Associate Professor, Tyumen Industrial University.

**Abstract:** Accidents associated with the oil spill are typical for oil production facilities, when transporting these products, significant harm to ecosystems is caused. An important value for the spill response is an understanding of the parameters of possible oil spills.

**Key words:** Accident, spill, calculation, oil, pipeline, field.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

*Глотов А.В., магистрант; Сивков Ю.В., канд. биол. наук, доцент  
Тюменский индустриальный университет*

Проектирование промышленных предприятий требует от разработчиков особого, тщательного подхода, так как ошибки в этом вопросе опасны для района местоположения объекта и людей, проживающих на этой местности. Для обеспечения эффективности работы предприятия имеет место рассмотрение определенного круга вопросов на разных стадиях реализации промышленного объекта, в том числе проектировании и строительстве.

В процессе проектирования решаются такие вопросы как: технологическая схема размещения оборудования, выбор параметров аппаратуры, используемой при организации производства, которые определяют быстроту производственного процесса, а так же качество выходной продукции данного предприятия.

Документом, который содержит в себе требования безопасности к промышленным объектам называется Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности производственных объектов» [1]. Данный закон регламентирует и раскрывает ответы на основные вопросы в обеспечении безопасности при эксплуатации производственных объектов.

Основой при проектировании таких объектов является экспертиза на промышленную безопасность будущего строения. Данная экспертиза проводится с использованием новейших технических средств и методик на основании принципов полноты, объективности и независимости при проведении работ. В соответствии с ФЗ № 116 «О промышленной безопасности производственных объектов» [1, 2]: «Экспертизу промышленной безопасности проводят организации, имеющие лицензию на проведение указанной промышленной экспертизы за счет средств организации, предполагающей эксплуатацию производственного объекта или эксплуатирующей его».

На производственные объекты предусматривается проектная документация, которая имеет следующий перечень:

- пояснительная записка;
- схема планировочной организации земельного участка;
- архитектурные решения;
- конструктивные и планировочные решения;
- сведения об инженерном оборудовании;

- перечень инженерно-технического обеспечения;
- содержание технологических решений;
- проект организации строительства;
- проект организации работы по сносу или демонтажу объектов капитального строительства;
- перечень мероприятий по охране окружающей среды;
- смета на строительство;
- иная документация, предусмотренная федеральными законами.

В настоящее время, безопасности промышленных объектов уделяется большое внимание из-за значительного увеличения числа аварийных ситуаций, негативно влияющих на население и окружающую среду. Большая часть причин данных негативных явлений связана с нарушением правил проектирования и строительства производственных объектов, а так же низкий уровень квалификации персонала, который задействован при работах на данных предприятиях.

Из определения промышленной безопасности понимаем, что это комплекс организационных, трудовых и финансовых ресурсов, направленных на осуществление мероприятий, обеспечивающих промышленную безопасность на предприятии. Регламентируют требования безопасности к промышленным объектам Федеральные законы, акты президента РФ и т.д.

Одним из наиболее важных пунктов при проектировании, строительстве, реконструкции промышленных объектов является обеспечение требований пожарной безопасности. Конструктивные решения промышленных объектов в соответствии с 80 статьёй Технического регламента пожарной безопасности должны обеспечивать [3]:

- в случае аварийной ситуации: проведение мероприятий по спасению людей;
- возможность доступа пожарных служб со средствами пожаротушения в любое помещение промышленного объекта;
- возможность эвакуации людей в безопасную зону до нанесения вреда их жизни и здоровью последствиями пожара или иной аварийной ситуации;
- нераспространение пожара на соседние объекты.

Также, проектирование промышленных объектов предполагает соблюдение следующих требований:

- промышленный объект должен сохранять устойчивость и прочность несущей конструкции в течении времени ,необходимого для эвакуации людей и выполнении действий, нацеленных на уменьшение ущерба от аварийной ситуации;
- иметь запас прочности на время проведения мероприятий по спасению людей и сокращению наносимого пожаром или иной аварийной ситуацией ущерба имуществу лиц, а также государственному или муниципальному имуществу, жизни и здоровью животных и окружающей среды.

Также, для строящихся промышленных объектов должна быть составлена декларация по пожарной безопасности и направлена в органы пожарного надзора МЧС перед вводом его в эксплуатацию [4]. Декларация не является элементов проектной документации.

Еще одним не маловажным пунктом в обеспечении безопасности является охрана окружающей среды при строительстве производственного объекта, а также планирование мероприятий для её сохранения при проектировании. В ходе решения данных задач выделяются следующие важные аспекты:

- сохранение и недопущение ухудшения качества природной среды и отдельных природных объектов;
- сохранения особо охраняемых природных ресурсов;
- исключение негативного влияния производственного объекта на здоровье населения.
- При планировании предполагаемого места размещения предприятия производства, необходимо реализовывать:
  - выполнение требований по охране природы, а также рационального использования её ресурсов;
  - в первую очередь, сохранение благоприятной окружающей среды;
  - обеспечение норм качества воздуха в атмосфере и уменьшения выбросов вредных веществ;
  - сохранение животного мира и среды обитания и размножения;
  - соблюдение санитарных требований при строительстве;
  - запрещение ввода в эксплуатацию объектов, не имеющих средств контроля за состоянием окружающей среды.

Обобщая все вышесказанное, имеем то, что все стадии жизненного цикла производственного предприятия это очень трудозатратный и сложный процесс, требующий при его исполнении задействование квалифицированных кадров.

Только при систематизации работы, а так же надлежащем контроле со стороны должностных лиц на всех стадиях жизненного циклах и во всех направлениях данной деятельности будет обеспечиваться достаточно высокий уровень безопасности на каждом этапе.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. О промышленной безопасности производственных объектов : федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ (принят ГД ФС РФ 20.06.1997) [Электронный ресурс] // Банк данных "Копии правовых актов: Российская Федерация". – Режим доступа: <https://giod.consultant.ru/documents/1155337>.

2. Парфенов В. Г. Экспертиза промышленной безопасности сосудов под давлением: методические указания / В. Г. Парфенов, Ю. В. Сивков, А. С. Никифоров. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. – 56 с.



3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (принят ГД ФС РФ 04.07.2008) [Электронный ресурс] // Банк данных "Копии правовых актов: Российская Федерация". – Режим доступа: <https://giod.consultant.ru/documents/969477>.

4. Производственный контроль в сфере безопасности : методические указания / ТИУ ; сост.: В. Г. Парфенов, Ю. В. Сивков. – Тюмень : ТИУ, 2016. – 23 с.

**Автор:** Глотов А.В., магистрант, [glotov\\_1994@list.ru](mailto:glotov_1994@list.ru)

**Научный руководитель:** Сивков Ю.В., канд. биол. наук, доцент, Тюменский индустриальный университет, [tumen\\_sivkov@mail.ru](mailto:tumen_sivkov@mail.ru)

**Аннотация:** В данной работе освещены аспекты обеспечения безопасности при проектировании и строительстве промышленных объектов, а так же важнейшие вопросы, рассматриваемые на различных стадиях жизненного цикла объекта и законы, регулирующие данную сферу деятельности.

**Ключевые слова:** проектирование, строительство, безопасность, промышленные объекты, пожарная безопасность, экспертиза.

#### PROVIDING SAFETY IN DESIGN AND CONSTRUCTION OF INDUSTRIAL OBJECTS

**Author:** Glotov AV, magistant, [glotov\\_1994@list.ru](mailto:glotov_1994@list.ru)

**Research supervisor:** Sivkov Y.V., b. PhD, Associate Professor, Tyumen Industrial University, [tumen\\_sivkov@mail.ru](mailto:tumen_sivkov@mail.ru)

**Abstract:** In this paper, the aspects of ensuring security in the design and construction of industrial facilities, as well as the most important issues considered at various stages of the life cycle of the facility and the laws governing this field of activity are covered.

**Key words:** design, construction, safety, industrial facilities, fire safety, expertise.

УДК 66.03

#### УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫХОДА ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА ПРИ ПРОЦЕССЕ ПИРОЛИЗА

*Метелкина Ю.Е., студентка; Лосева Н.И., канд. хим. наук, доцент  
Филиал ТИУ в г. Тобольске*

В г. Тобольске на площадке «ЗапСибНефтехима» ведётся строительство производства важнейших мономеров химической промышленности – этилена и пропилена – процессом пиролиза, а также бутан-бутиленовой фракции (ББФ).

Пиролиз – это процесс термического разложения органических и многих неорганических соединений. С позиций реализации технологии пиролиз представляет собой процесс высокотемпературной деструкции крупных молекул углеводородного сырья с образованием непредельных углеводородов: этилена (в основном) и пропилена, а также бутилена, аце-

тилена, кроме того, образуются водород, метан, смолы пиролиза (продукты полимеризации непредельных углеводородов) и др.

Цель данной работы заключается в сравнительном анализе технологического процесса пиролиза углеводородного сырья по определению максимального выхода целевых продуктов.

Изначально пиролиз был предназначен для получения этилена, который используется для производства полиэтилена, этилен-пропиленового каучука, винилхлорида, этилбензола и стирола, этанола и др. На сегодняшний день технология пиролиза является самой мощной и важной в нефтехимическом синтезе, это основной и крупнотоннажный источник пропилена, бензола, бутадиена (БД) и других продуктов. Если раньше основным источником бутадиена было дегидрирование н-бутана и н-бутенов, а источником бензола – каталитический риформинг низкооктановых бензиновых фракций, то сейчас главным источником бутадиена является С<sub>4</sub>-фракция пиролиза. Получение вышеперечисленных продуктов в процессе пиролиза значительно дешевле традиционных методов, а их выделение оказывает существенное влияние на экономику производства этилена и пропилена. [1]

В результате процесса высокотемпературного разложения углеводородного сырья образуется сложная смесь продуктов разного агрегатного состояния. Выход этих продуктов зависит от определённых факторов:

1. Вид и состав исходного сырья: образуются жидкие или газообразные, легкие или тяжелые вещества, что зависит от массового содержания в них углерода и водорода. Чем меньше углерода содержится в исходном сырье, тем больше образуется газообразных продуктов и бензина, и меньше процесс коксообразования.

Таблица 1

Состав продуктов пиролиза в зависимости от вида сырья

Выход продуктов, % мас.	Сырье					
	Этан	Пропан	н-Бутан	Легкий бензин	Бензиновая широкая фракция	Газойль
Водород	6,0	1,5	1,3	0,8	0,8	0,6
Метан	9,0	26,0	20,7	19,2	17,4	12,4
БД-1,3	-	-	2,5	3,5	5,8	5,0
Пропан-бутан	4,5	3,0	10,5*	7,5*	6,1*	5,5*
Пропилен	3,5	15,0	19,0	17,0	15,4	13,5
Этилен	75,0	42,0	33,0	31,5	29,3	23,0
Легкая пиролизная смола	2,0	9,0	10,0	17,8	21,7	23,0
Тяжелая пиролизная смола	-	3,5	3,0	2,7	4,5	17,0

\*включая этан

2. Температура. При повышении температуры увеличивается образование ароматических продуктов, а газообразные продукты обогащаются водородом и низшими углеводородами. Как правило, температура сырья на входе в реактор – пиролизную печь – составляет 500 – 600 °С. Это помогает свести к минимуму разложение сырья на стадии подогрева. Чтобы побочных продуктов образовывалось как можно меньше, добиваются одновременного возрастания скорости подогрева сырьевой смеси и температуры по длине реактора. Для этого необходимо регулировать подвод тепла по всей длине аппарата [3].

Таблица 2

Зависимость выхода продуктов пиролиза от температуры

Температура на выходе из печи, °С	Выход, % этилена	Выход, % прочих олефинов
788-801	23,0	33,8
816-843	25,9	42,4
843-871	29,3	45,7
899-921	33,3	49,8

3. Время контакта. Чем меньше время контакта, тем больше образуется целевых олефинов – этилена и пропилена. Увеличение времени контакта способствует протеканию побочных реакций – образованию аренов, кокса, водорода.

4. Давление. Чем выше давление, тем больше возрастает содержание побочных продуктов – n-парафинов, ароматических соединений. Количество же целевых продуктов уменьшается. Поэтому на практике процесс обычно ведут при низком давлении – до 0,12 МПа на выходе из печи. Однако ещё более низкое давление способствовало бы увеличению выхода целевых продуктов, поэтому реакционную смесь разбавляют водяным паром. При этом значительно повышается выход целевых олефинов, а также уменьшается образование кокса и увеличивается скорость потока реакционной смеси в печи.[2]

Таким образом, с точки зрения термодинамических и кинетических закономерностей, оптимальными условиями для осуществления процесса пиролиза являются: быстрый нагрев сырья до необходимой температуры за счет подвода большого количества тепла; снижение давления углеводородного сырья за счет разбавления водяным паром; минимальное время контакта; быстрое охлаждение продуктов пиролиза.

Также известен процесс Миллисеконд, который совершенствует процесс пиролиза. Его отличие от классической технологии пиролиза заключается в том, что температура на выходе из реактора составляет 900 – 950 °С, а время контакта от 0,03 до 0,1 сек. Это позволило повысить выход этилена с 28–29,5% до 31,8%.

В целом усовершенствование процесса пиролиза ведется как в направлении ужесточения технологических параметров, так и в направлении использования новых технологий осуществления пиролиза: применение инициаторов, окислительных, гидрогенизационных и других компонентов.

Одной из новых технологий пиролиза является гидропиролиз. Он заключается в том, что в качестве разбавителя для снижения парциального давления углеводородной смеси применяют не только водяной пар, но и водород. Водород препятствует коксообразованию, а также снижает образование тяжелых продуктов, приводит к повышению выхода целевых олефинов и бутадиена. [1]

Особенности процесса гидропиролиза: высокая температура (800 – 900°C); малое время контакта (0,1 сек.); более высокое давление (до 3 МПа). Водород в этих условиях выполняет роль инициатора разложения углеводородов, способствует процессу пиролиза даже под давлением; препятствует образованию тяжелых продуктов; увеличивает долю реакций гидрирования, гидродеалкилирования, гидрокрекинга (в результате перерабатывается сырье даже с высоким содержанием углерода – алкилпроизводные аренов, высшие олефины). Эти реакции протекают с высокой экзотермичностью, что в сочетании с малым временем контакта и повышенным давлением позволяет управлять температурным режимом процесса.

Преимущества гидропиролиза: можно подвергать переработке любое сырье с высокой степенью конверсии, в том числе тяжелые продукты; образуется меньше кокса; меньшие теплотраты за счет замены части водяного пара водородом; одновременное с пиролизом протекание реакций деалкилирования.

Недостатки: существенное образование метана; наличие стадии генерации водорода; повышенный расход электроэнергии за счет необходимой стадии отделения водорода от метана в продуктах, идущих на рецикл. [1].

Таким образом, сопоставив все вышеперечисленные факторы и проведя сравнительный анализ влияния данных факторов на увеличение выхода целевого продукта при процессе пиролиза, можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее высокий выход продуктов обеспечивает пиролиз, характеризующийся высокой температурой и более коротким временем контакта (температура выше 850°, время контакта 0,3-0,4 сек).

Таблица 3

Прогресс в технологии получения этилена процессом пиролиза бензина

Показатели процесса	1960-1965 гг.	1966-1968 гг.	1969-1974 гг.	1975 г.
Время контакта, с	1,2	0,7	0,4	0,1
Температура на выходе из печи, °С	788-801	816-843	843-871	899-921
Выход, %				
этилен	23,0	25,9	29,3	33,3
прочие олефины	33,8	42,4	45,7	49,8

2. Давление реакционной смеси оказывает решающее влияние на селективность процесса. Парциальное давление углеводородного сырья необходимо понижать путем разбавления водяным паром (водородом).

3. Следует учитывать, какое сырье подвергается процессу пиролиза. Так, например, при пиролизе этана основным продуктом является этилен. При этом не образуется бутадиен-1,3 и очень мало жидких продуктов пиролиза. При пиролизе н-бутана в продуктах появляется БД и образуется достаточное количество жидких продуктов (легкая и тяжелая пиролизные смолы). При пиролизе прямогонного бензина (нафты) и газойля выход этилена снижается и увеличивается выход жидких соединений. [4].

4. С повышением температуры содержание аренов в жидких продуктах возрастает, а газообразные продукты обогащаются водородом и низшими углеводородами.

При температуре 500-550°C в жидких продуктах появляется больше олефинов, а образующийся газ состоит в основном из углеводородов состава C3-C4.

При температуре 750-850°C содержание аренов в жидких продуктах возрастает до 95%, газообразные продукты обогащаются пропиленом и особенно этиленом, появляются алкадиены и гомологи ацетилен. При дальнейшем повышении температуры выход олефинов начинает падать, и образуется все больше водорода и ацетилен.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахмедьянова Р. А. Химическая технология переработки газового сырья. Производство мономеров из газового сырья: учеб. пособие / Р. А. Ахмедьянова, А. Г. Лиакумович. – Казань : КНИГУ, 2015. – 184 с.

2. Черный И. Р. Производство сырья для нефтехимических синтезов / И. Р. Черный. – Москва : Химия, 1983. – 336 с.

3. Мухина Т. Н. Пиролиз углеводородного сырья / Т. Н. Мухина – Москва : Химия, 1987. – 240 с.

4. Гориславец С. П. Пиролиз углеводородного сырья/ С. П. Гориславец, Д. Н. Тменов, В. И. Майоров. – Киев : Наукова Думка, 1977. – 309 с.

**Автор:** Метелкина Ю.Е., студентка, lni99@yandex.ru

**Научный руководитель:** Лосева Н.И., канд. хим. наук, доцент, филиал ТИУ в г. Тобольске.

**Аннотация:** В статье приведён сравнительный анализ технологий процесса пиролиза с целью выбора оптимальной технологии, дающей максимальный выход целевых продуктов. Показано влияние технологических параметров процесса (вид и состав сырья, температура, время контакта, давление), влияющих на выход и состав продуктов.

**Ключевые слова:** пиролиз, технологические параметры пиролиза, процесс Миллисеконд, гидropиролиз.

## INCREASE IN THE EXIT OF THE TARGET PRODUCT AT PYROLYSIS PROCESS

**Author:** Metyolkina Yu.E., student, lni99@yandex.ru

**Research supervisor:** Loseva N.I., PhD, Associate Professor, Branch of Industrial University of Tyumen in Tobolsk.

**Abstract:** The comparative analysis of technologies of process of pyrolysis for the purpose of the choice of the optimum technology which is giving vent maximum target products is provided in article. Influence of the technological parameters of process (a look and composition of raw materials, temperature, contact time, pressure) influencing an exit and structure of products is shown.

**Keywords:** pyrolysis, technological parameters of pyrolysis, process Millisekond, hydrolysis.

УДК 665.7.038.3

## ЭТБЭ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ВЫСОКООКТАНОВАЯ ДОБАВКА К МОТОРНЫМ ТОПЛИВАМ

*Рахимов А.В., студент; Лосева Н.И., канд. хим. наук, доцент.  
Тобольский индустриальный институт, филиал ТИУ в г. Тобольске*

Что такое вообще добавки или присадки к топливам? Присадки к топливам – это синтетические или природные соединения, добавляемые к топливам для улучшения или сохранения их эксплуатационных свойств. Универсальных присадок не бывает, и, как правило, используются несколько различных присадок, разных по своему назначению. [1]

Наиболее распространены присадки, повышающие октановое число топлива. Октановое число – показатель способности топлива противостоять самовоспламенению при сжатии. Чем выше октановое число, тем меньше в двигателе происходит микросамовоспламенений, то есть тем более мощным будет двигатель и тем дольше он прослужит.

Самая распространенная высокооктановая присадка – МТБЭ. Топлива с МТБЭ обладают меньшим нагарообразованием, пониженной токсичностью, высокой детонационной стойкостью, стабильностью, а также обеспечивает более полное сгорание моторного топлива. МТБЭ является самым распространенным антидетонатором в нашей стране. [2]

Однако с каждым годом использование МТБЭ уменьшается. Каковы же причины? До конца не известно до сих пор, как влияет МТБЭ на организм человека. Большинство исследований показывает, что МТБЭ не является канцерогеном, и дает ему класс малоопасных веществ, но при утечке он при обычных условиях разлагается на изобутилен и метанол. [6] Метанол же в свою очередь является сильнодействующим ядом. Также МТБЭ практически не сорбируется породой и быстро перемещается в грунтовых водах, загрязняя источники водоснабжения. Очистка таких вод – сложная техническая проблема.

Поэтому нужна альтернатива. Основной высокооктановый компонент, вытесняющий МТБЭ с рынка – это ЭТБЭ, который синтезируется из растительного сырья, то есть это возобновляемый ресурс. Он обладает гораздо более высокими качественными и экологическими характеристиками, также он биоразлагается в природе. ЭТБЭ обладает схожими физико-химическими свойствами, что и МТБЭ, однако имеет более высокую теплотворную способность, меньшее давление насыщенных паров и гораздо меньшую гигроскопичность.[7]

ЭТБЭ можно получать в аналогичных условиях, что и МТБЭ, и на том же оборудовании. Часть европейских производителей МТБЭ перешла на выпуск ЭТБЭ, просто повысив мощность производства через небольшое повышение температуры и давления. Основная модернизация производства будет заключаться только в механической замене метанола на этанол. И главный вопрос: пойдут ли на это владельцы заводов, т.к. перевозка этанола будет связана с оплатой акцизов и другими экономическими затратами. Но основное преимущество ЭТБЭ состоит в том, что с экологической точки зрения данный эфир намного безопаснее в долгосрочной перспективе.

В настоящее время промышленное производство ЭТБЭ в России отсутствует. Тем не менее, РФ является одним из ведущих производителей МТБЭ. С учетом наметившейся в мире тенденции к сокращению потребления МТБЭ у отечественных производителей имеется перспективная возможность постепенной модернизации производства путем строительства новых и реконструкции устаревающих мощностей, внедрения инновационных методов синтеза с ориентиром на выпуск более современных, экологических и высокоэффективных антидетонационных присадок на основе ЭТБЭ. Такой шаг позволит в обозримом будущем обеспечить растущие потребности отечественного и экспортного рынка этой продукции.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуреев А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи. – Москва : Химия, 1986. – 368 с.
2. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: справочник / ред. В. М. Школышкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Техинформ, 1999. – 596 с.
3. Тертерян Р. А. Депрессорные присадки к нефтям, топливам и маслам / Р. А. Тертерян. – Москва : Химия, 1990. – 238 с.
4. Стабилизаторы и модификаторы нефтяных дистиллятных топлив / Т. П. Вишнякова, И. А. Голубева, И. Ф. Крылов [и др.]. – Москва : Химия, 1990. – 192 с.
5. Емельянов В. Е. ОАО «ВНИИ НП» / В. Е. Емельянов, Т. А. Климова // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2013. – № 5.
6. Острая токсичность метил-трет-бутилового эфира / Р. Г. Сайфутдинов, Э. В. Трифонова // Казанский медицинский журнал. – 2010. – № 3. – С. 351–353.

7. Падалко М. А. Исследование эффективности цеолитных катализаторов для применения в промышленном синтезе этил-трет-бутилового эфира, применительно к условиям ОАО «ГазпромНефтехимСалават» / М. А. Падалко, А. Ю. Спащенко // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2014. – № 2. – С. 194 – 209.

**Автор:** Рахимов А.В., студент, lni99@yandex.ru

**Научный руководитель:** Лосева Н.И., канд. хим. наук, доцент, Тобольский индустриальный институт.

**Аннотация:** В статье говорится о моторных высокооктановых добавках, в частности о МТБЭ как о самой популярной добавке, повышающей октановое число топлива. Проведен сравнительный анализ химмотологических свойств МТБЭ и ЭТБЭ, на основе которого сделан вывод о преимущественном практическом применении ЭТБЭ.

**Ключевые слова:** октановое число, метилтрет-бутиловый эфир, этилтрет-бутиловый эфир, высокооктановая добавка к моторным топливам, экологичность моторных топлив.

#### **ETBE AS PERSPECTIVE HIGH-OCTANE ADDITIVE TO MOTOR FUELS**

**Author:** Rakhimov A.V., student, lni99@yandex.ru

**Research supervisor:** Loseva N.I., candidate of chemistry, associate professor, Tobolsk industrial institute.

**Abstract:** In article it is told about motor high-octane additives, in particular about MTBE as about the most popular additive increasing fuel octane number. The comparative analysis of the MTBE and ETBE chemical motor-logical properties on the basis of which the conclusion is drawn on primary practical application of ETBE is carried out.

**Keywords:** octane number, metiltret-butyl air, etiltret-butyl air, high-octane additive to motor fuels, environmental friendliness of motor fuels.

УДК 574.52

### **АНАЛИЗ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ г. НИЖНЕВАРТОВСКА**

*Бабюк Г.Ф., старший преподаватель  
Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске*

В XXI веке человек своей деятельностью становится главным источником загрязнения окружающей среды. Главным фактором оказывающим негативное влияние на здоровье человека в ХМАО, является климат[1]. У нас быстро меняется погода в течение года, но особенно в переходные периоды – от осени к зиме и от весны к лету. Климат округа характеризуется продолжительной суровой зимой и коротким летом [1], огромные суточными перепады температуры воздуха (на 15-20°C) и атмосферного давления. На сегодняшний день наблюдается: ухудшение качества воздуха и воды, исчезновение биологических видов и экосистем. Помимо этого, имеет-



ся отрицательное влияние окружающей среды на здоровье человека и продолжительность его жизни[2].

Одной из ключевых идей «Стратегии социально-экономического развития города Нижневартовска до 2020 года и на период до 2030 года» является повышения комфортности проживания в городе, улучшения экологической ситуации. В нашем городе экологические проблемы связаны с техногенным воздействием нефтегазовых предприятий, которые негативно влияют на состояние воды, воздуха и почвы.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха на территории ХМАО, в том числе и города Нижневартовск являются автотранспорт, спецтехника и предприятия нефтегазового комплекса.

Отрицательно влияет на экологию города сжигание попутного газа на факелах. В воздух ежедневно поступают различные газообразные вещества: оксид углерода, сера, азот, углеводород. Это отрицательно влияет на здоровье человека, что снижает трудоспособность.

Наш город насыщен машинами, которые выделяют более 200 веществ и выбрасываемого соединений, таких как угарный газ, окислы азота, пыль резины от покрышек и т.д. Они обладают токсичным действием на здоровье человека.

Контроль, за качеством атмосферного воздуха, в г. Нижневартовске осуществляется лабораторией Ханты-Мансийского окружного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, имеющей лицензию, по соглашению с филиалом ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ХМАО-Югре» в г. Нижневартовск. С 2015 года программа наблюдений была сокращена до одного стационарного поста по ул. Омская-15, (в центре города). Отбираемые разовые пробы, атмосферного воздуха исследуются на содержание пыли, окиси азота, серы диоксида, углерода оксида, фенола, формальдегида и сажи.

При оценке среднегодовых концентраций данных примесей за период с 2015 – 2017 гг. превышения предельно-допустимых концентраций в 2015 году регистрировались у диоксида азота и фенола, в 2016 году только у азота диоксида, в 2017 году как и в 2016 году только у азота диоксида, по остальным веществам среднегодовые концентрации не превышали уровня ПДК, см. таблицу 1.

Таблица 1

Кратность превышения ПДК среднегодовых концентраций примесей в атмосферном воздухе за период с 2015 – 2017гг.

Виды примесей воздуха	2015	2016	2017
Азота диоксида	1,6	1,04	1,8
Окись азота	0,5	0,41	0,4
Сера диоксид	0,1	0,02	0,1
Углерода оксид	0,1	0,04	0,1
Формальдегид	0,6	0,86	0,4

Фенол	1,2	0,86	0,6
Пыль	0,3	0,01	0,2
Сажа	0,0	0,0	0,3

В рамках государственного санитарно-эпидемиологического надзора в 2017 году из поверхностного источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Нижневартовска (р. Вах) все пробы питьевой воды не отвечали гигиеническим требованиям по содержанию железа, марганца, мутности, цветности и окисляемости перманганатной (см. таблица 2). Данные факторы отрицательно влияют на сердечно-сосудистую и почечную системы.

С появлением новых технологий на предприятиях, появился целый комплекс вредных и неблагоприятных факторов для жизни (повышенный уровень радиации, шум и электромагнитные излучения и т.д.).

Таблица 2

Удельный вес неблагоприятных факторов промышленных предприятий, %

Факторы	Удельный вес промышленных предприятий, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, % [3,4]		
	2015	2016	2017
Шум	41,6	52,1	84,8
Вибрация	44,4	49	38,2
Микроклимат	50,0	87,5	50
ЭМИ	0,0	14,3	33,3
Освещённость	69,2	30,8	88,5

Большинство людей получивших профессиональные заболевания, работали на предприятиях нефтегазодобычи: машинисты специализированной и тяжелой техники (машинисты подъемников, бульдозеров, кранов), работники буровых бригад по капитальному и подземному ремонту скважин (помощник бурильщика, бурильщик) операторы насосных станций, электрогазосварщики. В 2017 году в г. Нижневартовске было выявлено 24 случая профессиональных заболеваний.

Бытовые отходы г. Нижневартовска вывозят на свалку. У нас отсутствуют мусороперерабатывающие предприятия. Таким образом, загрязняется почва. Решением Думы города Нижневартовска «О принятии программы комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры муниципального образования города Нижневартовска», деятельность в сфере обращения с отходами осуществляется в соответствии с федеральными, региональными и местными нормативными документами. Думой нашего города приняты нормативные документы [2,3,4]:

1. Муниципальная программа «Оздоровление экологической обстановки в городе Нижневартовске в 2016-2020 годах»

2. Концепция по обращению с отходами на территории г. Нижневартовск;

3. Генеральная схема очистки территории г. Нижневартовск;
4. Правила благоустройства г. Нижневартовск;
5. Порядок обеспечения правил санитарного содержания и благоустройства г. Нижневартовск;
6. Положения о порядке обращения на территории города [2,3,4]:
  - с ртутьсодержащими отходами;
  - с отработанными аккумуляторами;
  - с отработанными маслами;
  - с крупногабаритными отходами и др. [2,3,4]

В 2017 г. в г. Нижневартовске в связи с введением с 01.01.2017 запрета на захоронение отходов, в состав которых входят полезные компоненты, продолжена организация селективного сбора отходов. Осуществляется раздельный сбор некоторых видов отходов. В жилых микрорайонах установлено 25 специализированных контейнеров («Экобокс»), а также организовано 7 стационарных пунктов приема в отдельно выделенных помещениях для сбора ртутьсодержащих отходов от жилого фонда. Для сбора полимерных отходов (ПЭТ бутылки и другие виды пластмасс) – 74 сетчатых контейнера. Создано 10 пунктов приема бумаги. 1 пункт приема бытовой техники, оргтехники.

По переработке шин автомобилей создан завод ООО «Высота» по переработке шин и производству резиновой крошки. Стоит отметить, что мощность имеющейся установки составляет 1000 кг в час, или более 6000 тонн в год. Получение резиновой крошки на перерабатывающей линии завода ООО «Высота» – является экологически-чистым, безотходным производством: в процессе переработки не происходят выбросы в атмосферу, не требуется использование водных ресурсов для охлаждения. Автошина перерабатывается полностью, без остатков. Весь процесс переработки осуществляется по всем необходимым стандартам и техническим требованиям. Актуальность создания производства по переработке шин на территории Нижневартовска складывается из двух составляющих: решение экологической задачи: переработка опасных отходов, сохранение природных ресурсов, сокращение территорий, выделенных под полигоны. Производство продукта, востребованного на рынке, пригодного для использования в различных производственных сферах. Прием шин на переработку производится в соответствии с ГОСТ 8407-89 «Сырье вторичное резиновое» на основе договоров приемки шин на утилизацию. С запуском собственной линии по переработке шин у компании ООО «Высота» появилось больше возможностей для реализации проектов. Теперь под руководством специалистов предприятия находится весь процесс превращения старых шин в новые качественные травмобезопасные покрытия. Это с гордостью позволяет гарантировать, что любые проекты будут выполнены быстро, качественно и на самом высоком уровне. Резиновая крошка, резиновая плитка,

резиновые коврики, брусчатка из резиновой крошки, рулонные покрытия из резиновой крошки

Сегодня человек должен понять, что его жизнь зависит полностью только от него самого. С каждым годом проблемы экологии увеличиваются и отрицательно сказываются на здоровье человека. Мы должны изменить стиль мышления и придать своей деятельности экологическую направленность.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влияние геоэкологической среды на здоровье коренных народов севера [Электронный ресурс] // BestReferat.ru – банк рефератов. – Режим доступа: <http://www.bestreferat.ru>.

2. Влияние окружающей среды на здоровье человека [Электронный ресурс] // FB.ru. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/62923/vliyanie-okrujayushey-sredyi-na-zdorove-cheloveka>.

3. О принятии программы комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры муниципального образования город Нижневартовск на 2009–2012 годы: решение Думы города Нижневартовска от 02.12.2008 N 492 (ред. от 16.03.2009) [Электронный ресурс] // Законы и бизнес в России. – Режим доступа: <http://zakon-region.ru/1/23364/>.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в ХМАО – Югре в 2017 году : государственный доклад [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре. – Режим доступа: <https://yadi.sk/i/1YU0RMQW3X3iXA>.

**Автор:** Бабюк Г.Ф., старший преподаватель, Тюменский индустриальный университет.

**Аннотация:** Анализ состояния окружающей среды г. Нижневартовска.

**Ключевые слова:** экология города, качество воздуха, воды и профессиональные заболевания населения.

### ANALYSIS OF STATE OF THE ENVIRONMENT OF NIZHNEVARTOVSK

**Author:** Babuk G.F Senior Lecturer, Branch of the Industrial University of Tyumen in Nizhnevartovsk.

**Abstract:** Analysis of state of the environment of Nizhnevartovsk.

**Key words:** city ecology, air, water quality and professional diseases of population.

О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в г. Нижневартовск в 2017 году: государственный доклад

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ТЕЛЕФОНА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

*Бабюк Г.Ф., старший преподаватель; Федорова В.В., студентка.  
Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске*

На сегодняшний день электромагнитные излучения являются большой угрозой всего живого на Земле. Мы, люди планеты Земля не просто встречаемся с этой проблемой, а живем с ней фактически круглосуточно на протяжении всей своей жизни. Целью нашего исследования является влияние электромагнитных волн от сотовых телефонов на наше здоровье. Сегодня естественное планетарное поле Земли насыщено искусственными источниками электромагнитного загрязнения. Плотность радиоволн на поверхности нашей планеты превосходит мощность солнечного излучения в 100 миллионов раз. Особенность разрешения проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды состоит в том, что до сих пор не ясен управляющий механизм природного электромагнитного фактора в живой природе. Электромагнитные волны – это волны, в которых электрическое и магнитное поля совершают синхронные гармонические колебания. Основными источниками электромагнитного излучения являются: электротранспорт (трамвай, метро, автомобили), высоковольтные линии передач, электропроводка в домах, все бытовые электроприборы, радиостанции, спутниковая и сотовая связь, радары, персональные компьютеры, СВЧ-печи, Wi-Fi, маршрутизаторы и т.д.

ВОЗ создала в 1996 году международный проект по ЭМП для оценки существующих научных фактов наличие возможного влияния электромагнитных полей на здоровье человека, включая радиочастотные поля, испускаемые мобильными телефонами и их базовыми станциями, а также для выдачи рекомендаций по проведению новых научных исследований [1].

Цивилизованные страны в 2000 году признали, что угроза электромагнитного загрязнения окружающей среды существует и убедили правительство стран принять законы регламентирующие уровень ЭМИ, как опасный фактор.

Сегодня электромагнитные излучения стоят в одном ряду с загрязнением воздуха, воды и т.д. Ученые давно доказали, что электромагнитная радиация столь же опасна, как и атомная. Об этой проблеме говорят и пишут в пространстве интернет, ученые проводят исследования. Ежегодно в мире тратится \$ 100 млн. на исследования, посвященные влиянию сотовой связи на здоровье. Вклад России в общие усилия более чем скромный – примерно 200-300 тыс. руб.[1,2].

Научные институты и центры разных стран активно занимаются изысканиями в этой области. В таблице 1 приведены данные исследований опасностей для человека от ЭМИ.

Таблица 1

Исследование опасностей для человека  
электромагнитного загрязнения окружающей среды

Страны и исследователи ЭМИ	Результаты исследования о влиянии ЭМИ сотового телефона
Норвегии и Швеции (11 тысяч человек)	При использовании около 30 минут сотового телефона ежедневно[1]: –повышается вероятность потери памяти в два раза по сравнению с теми, кто ограничивается двумя минутами в день; –появляется неприятный разогрев в области головы вокруг уха
Двенадцать научно-исследовательских институтов Европы по программе REFLEX [1] (2000-2004гг. и потрачено 3,15 миллионов евро)	– вызывает генетические изменения в живых клетках, образуются онкологические опухоли в головном мозге; – изменяется структура ДНК и образуются разнообразные мутационные изменения [1]
Шведские профессора Леннарда Хардела и Кжелла Ханссона	– при пользовании мобильными телефонами в течение 10 лет, риск заболевания раком мозга возрастает примерно на 26 процентов [1]; – особенно опасны сотовые стандарта DECT, работающие в частотном диапазоне 1880–1900 МГц
Японский доктор Хаджиме Кимата (г.Токио)	– стимулируют деятельность антигенов – веществ, которые вызывают аллергию на полевого клеща и пыльцу кедра; – всплеск жалоб на аллергию, сыпь и контактный дерматит из-за никеля, который является известным аллергеном
Венгерский ученый Имре Фейес из Университета Сегеда [2](221 добровольца на протяжении 13 месяцев)	– ухудшает качество спермы на 30%, если его носить с собой в кармане брюк или на ремне
Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН[3]	– сокращает и расстраивает самые важные фазы ночного отдыха – быстрый медленный сон [1]
Стокгольмский университет Karolinska Institute	– десятилетнее использование мобильного увеличивает риск развития опухоли слухового нерва и распространяется на ту часть головы, [1] куда прикладывалось данное устройство
Бельгийский ученый Ян Вандель-Бальк университета Лёйвена (опросил более 2,5 тысяч подростков)	– потеря сна подростками из-за SMS, а это вредно в детстве и юности
Американский врач Линдси	– сенсорные экраны устройств приводят к нарушению

Марзоли	правильной функциональности рук и пальцев у детей из-за неправильного развития мышечных тканей, которые отвечают за возможность человека писать
Американская академия педиатрии (AAP)	– высказала озабоченность по поводу задержек речи и нарушения сна у маленьких детей
Институт психиатрии Королевского колледжа Лондона (The Institute of Psychiatry at King's College London), Эксперимент о заучивании несуществующие слова - вербальным и визуальным	– при использовании планшетов и компьютеров вместо живой речи преподавателей в обучении детей приводит к маленькому словарному запасу; – будут косноязычными; – ребенок не сможет четко и грамотно изложить свою мысль, он будет постоянно делать множество речевых ошибок и употреблять слова-паразиты
Американская академия отоларингологии	люди, разговаривающие по телефону на протяжении одного часа в день или любители слушать музыку в наушниках, уже через 4 года наблюдают частичную потерю слуха, а иногда повреждение функций внутреннего уха
Исследователи из университета штата Мэриленд США	– гаджеты делают людей асоциальными и могут провоцировать антиобщественное поведение; – набор текстовых сообщений отключает потребность в личных встречах
Специалисты Лондонской школы гигиены	на телефоне имеется столько микробов, сколько не сосредоточено под ободком унитаза, а это подрывает сопротивляемость организма вирусам и инфекциям
Специалисты отделения восстановительной медицины в клинике хирургии позвоночника Нью-Йорка	– при регулярном отклонении шеи вниз позвоночник испытывает давление эквивалентное 27 кг; – из-за этого испытывают головные боли, дискомфорт в пояснице, плечах и ранние симптомы артрита
Профессор Массачусетского технологического института Шерри Таркл (Sherry Turkle)	теряется способность к сопереживанию и связи с другими людьми
Ученый Хюн-Сук Сео Корейского университета Сеула	– ведет к повышению концентрации гамма-аминомасляной кислоты, главного «тормоза» мозга, в передней поясной коре, и нарушению баланса между ГАМК и глутаматом, другой важной сигнальной молекулой нервной системы
Руководитель Совета по здравоохранению Ирландии Джеймс Стейси	– вредному воздействию излучения подвержены молодые люди в возрасте до 30 лет
Шведский Национальный институт по исследованию условий жизни работников, SINTEF Unimed в Норвегии и Норвежского управления по защите [1, 2] от излучения	– у 25% опрошенных проблемы с памятью; – 50% страдают от головных болей; – около 65% испытывают сонливость; – у 30% проблемы с концентрацией внимания во время или сразу после разговора [2,1]
Центр электромагнитной безопасности России	– после 15-минутного разговора происходят биоэлектрические изменения в ритме головного мозга, перестраивается гормональный фон организма [2]

Накоплен клинический материал за последние 10 лет о вредном действии электромагнитных полей на человека. В России даже ввели новое нозологическое заболевание «Радиоволновая болезнь» или «Хроническое поражение микроволнами».

Научная школа проф. Григорьева Ю.Г., на основе многочисленных экспериментальных исследований доказывает потенциальную опасность для организмов электромагнитного загрязнения окружающей среды [3].

Большинство исследований говорят о том, что ЭМИ обладают высокой биологической активностью и накапливаются организмом человека во всех частотных диапазонах. Самыми чувствительными к ЭМИ является нервная, иммунная, эндокринная и половая система. Человек заболевает раком крови, образуются опухоли мозга, идет сбой гормональной системы (угнетение сперматогенеза, патология развития эмбриона, повышение числа врожденных уродов, преждевременные роды, бесплодие), дегенерирует центральная нервная система и т. д.

Сегодня ученые дают рекомендации и разрабатывают средства защиты от ЭМИ телефона, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2

Методы защиты от ЭМИ

Методы и способы защиты	
Защита временем	<ul style="list-style-type: none"> <li>– сокращать время контакта с прибором (продолжительность однократного разговора - до 3 мин), максимально увеличивать период между двумя разговорами (min - 15 мин) [4];</li> <li>– ограничить время пребывания в зоне излучения ( метро, электромобили, электроприборы, работа за компьютером и т.д.);</li> <li>– не пользоваться беременным, детям и подросткам до 16 лет</li> </ul>
Защита расстоянием	<ul style="list-style-type: none"> <li>– точка допуска в интернет или Wi-Fi не должны находиться в зоне отдыха;</li> <li>– телефон не должен находиться в нагрудном кармане или кармане брюк;</li> <li>– держите трубку на расстоянии от уха хотя бы на 1см., это снизит мощность и ЭМИ в мозг в 4 раза;</li> <li>– звоните на улице;</li> <li>– держите[4] телефон в руке за нижнюю часть и вертикально, чтобы не повышать мощность как минимум в 3 раза;</li> <li>– переключите телефон на диапазон 1800 МГц ( блокировка нижнего диапазона 900 МГц вдвое снижает подверженность радиоизлучению[4];</li> <li>– подносите трубку к уху после ответа на том конце[4];</li> <li>– выбирайте [4]телефон с более низким SAR (Specific Absorption Rate). SAR может отличаться в 2-3 раза для разных моделей телефонов (как правило, от 0,3 до 1,5 Вт/кг), предпочтительнее стандарт связи GSM 1800, чуть хуже GSM 900);</li> <li>– не разговаривать в автомобиле</li> </ul>
Средства защиты	<p>1. Применять отражающие материалы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– наклеить на окна светопроницающие металлизированные пленки;</li> <li>– повесить шторы, которые содержат металлизированные нити;</li> <li>– обработать полы, стены и фасад дома специальной защитной краской и грунтовкой;</li> </ul>



	<p>– жить лучше в панельном доме, потому что арматура панелей несколько экранирует квартиру</p> <p>2. Использовать защитную одежду с металлизированными нитями)</p> <p>3. Использовать устройства-проводники со свойствами антенн, разные типы резонаторов (спирали, конусы, пирамиды [4];) и типы дифракционных решеток:</p> <p>– индивидуальное средство защиты "Нейтроник", которое наклеивается на уголок монитора или телевизора и снижает вредное воздействие излучения на 50–60%;</p> <p>– медно-кристаллический гармонизатор Муромцева;</p> <p>– пластина "Магралит-Т" на основе природного материала шунгит (крепится к телефону) локализует более 70% ЭМИ;</p> <p>– чип Шубина - преобразует и нейтрализует ЭМИ;</p> <p>– Wave Guard - керамическое японское устройство (используется в антенне);</p> <p>– биоэнергоприбор - энергокарта (вставляется под батарею питания);</p> <p>– комплект "Mini Hands Free" [4](переизлучающей антенной) уменьшает облучение головы и перераспределяет его на все тело;</p> <p>– прибор серии "Астра" ("супертаблетки"[4]);</p> <p>– устройство [4] "ФОРПОСТ-1"</p>
--	---

Сегодня значительная часть населения Земли не захочет отказаться от информационно-коммуникационных технологий, связанных с электромагнитным излучением, поэтому необходимо свести до минимума их воздействие на детей и взрослых, строго выполнять профилактические требования и соблюдать меры предосторожности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влияние мобильного телефона на здоровье человека [Электронный ресурс] // KazEdu. – Режим доступа: <http://kazedu.kz>.
2. Шмидт Н. А. Влияние мобильного телефона на здоровье человека [Электронный ресурс] / Н. А. Шмидт // Рефераты: Медицина, здоровье. – Режим доступа: <http://zodorov.ru/vliyanie-mobilnogo-telefona-na-zdorovee-cheloveka.html>.
3. Усанова, Л. Д. Эффекты воздействия электромагнитного излучения на частоте 1800 МГц на биообъекты : автореф. дис. ... канд. физ-мат. наук : 03.01.02 / Л. Д. Усанова ; Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского. – Саратов, 2011. – 19 с.
4. Вред от мобильного телефона и способы защиты от излучения [Электронный ресурс] // VitaMarg. Жизненный путь. – Режим доступа: <http://www.vitamarg.com/article?catid=0&id=409>.

**Авторы:** Федорова В.В., студентка, [Valushgo1998@mail.ru](mailto:Valushgo1998@mail.ru)

**Научный руководитель:** Бабюк Г.Ф., старший преподаватель, [galina.babyuk@mail.ru](mailto:galina.babyuk@mail.ru). Филиал ТИУ в г. Нижневартовске.

**Аннотация:** Статья посвящена обзору литературы о современном состоянии вопроса влияния электромагнитных излучений на организм человека.

**Ключевые слова:** электромагнитные излучения, организм человека, безопасность.

## THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC WAVES OF YOUR PHONE ON HUMAN HEALTH

**Author:** Fedorova V.V., student.

**Research Supervisor:** Babuk G.F, Senior Lecturer, Branch of the Industrial University of Tyumen in Nizhnevartovsk.

**Abstract:** The article is devoted to the review of literature on the current state of the problem of the influence of electromagnetic radiation on the human body.

**Key words:** electromagnetic radiation, the human body, safety.

УДК(656.1: 504.054)

## ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ АВТОШИН

*Бабюк Г.Ф., старший преподаватель; Чемерис Е.И., студентка  
Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске*

Проблема переработки и использования изношенных автошин имеет важное экономическое и экологическое значение. Вышедшие из эксплуатации изношенные шины являются не только источником загрязнения окружающей среды, но и эффективным сырьем промышленности после вторичной переработки резины.

На сегодняшний день в России объем образовавшихся шинных отходов составляет около одного миллиона тон в год. На свалках, обочинах дорог их лежит от 2 до 3 миллиардов штук. Только для их переработки нам необходимо 10 лет.

Несмотря на падение продаж автомобилей с 2012г. по 2016г. в России, шинный рынок с 2017 года демонстрирует стабильные результаты роста. Сказывается и отложенный спрос: замена покрышек требуется большому количеству автомобилей, которые были куплены на пике рынка в 2012–2014 годах.

Получается, что с каждым шиномонтажным сезоном увеличивается число ненужных автопокрышек. При этом теоретически все они должны быть утилизированы. В России, выбрасывается около 90% покрышек, 9% идет на резиновую крошку и 1% на восстановление протектора, небольшая часть сжигается. В США переработка шин составляет 89%, в Японии 96,5 %, а в большинстве стран Западной Европы 100 %.

При истирании шины выделяется высокотоксичная пыль свинца и кадмия, заглатывание которой способствует развитию онкологических заболеваний. Содержание вредных веществ в увеличиваемых микрочастицах гораздо выше, чем в выхлопных газах автомобиля. Автомобильная по-

крышка разлагается постепенно лет 100 на воздухе и до 1000-1500 лет в воде, нанеся вред окружающей среде. Происходит загрязнение почвы, вымывание токсинов и канцерогенных субстанций грунтовыми водами. В жаркие дни так же происходит выделение высокотоксичных веществ в воздух. Шины относятся к 4 классу опасности.

При сжигании на открытом воздухе из тонны отработавших шин в атмосферу выделяется около 270 кг сажи и 450 кг токсичных газов. В воздух выделяются бензопирен, сажа, диоксины, фураны, полиароматические углеводороды, полихлорированные бифенилы, мышьяк, хром, кадмий и т.д., имеющие I и II классы опасности.

В ответ на экологические проблемы и угрозы для здоровья, вызванные бесчисленными незаконными свалками шин по всему миру, большинство промышленно развитых стран разработали юридические руководящие принципы решения этих проблем. Правила варьируются от страны к стране, но основная цель этих правил – это обеспечение экологически безопасного удаления резинотехнических изделий, ограничивать количество запасных шин в любом месте и поощрять использование продуктов переработки на основе шин.

За рубежом работы по уменьшению негативных воздействий шин на окружающую среду и человека ведутся в соответствии с Международными экологическими стандартами серии ISO 14000. Основные задачи, которые стоят перед шинной промышленностью Европы в области утилизации выведенных из обращения шин, а также пути их решения разработаны ETRMA. В ЕС с 2006 года запрещено захоронения шин, а с 2008 г. запрещено сжигание на цементных заводах.

ETRMA – это Европейская ассоциация производителей шин и резиновых изделий. Существующие в настоящее время в странах ЕС национальные системы для управления утилизацией изношенных шин можно разделить на три типа [1]:

- система ответственности производителя;
- налоговая система;
- либеральная система (свободный рынок).

В Российской Федерации основным нормативно-правовым актом, регулирующим рассматриваемую сферу, является Статья 51 п. 2 Федерального закона об охране окружающей среды от 10.01.2002 №7-ФЗ «Требования в области охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления». В РФ с 1 января 2012 г. принят Государственный стандарт № ГОСТ Р 54095-2010 «Ресурсосбережение. Требования к экобезопасной утилизации отработавших шин» [2], в котором определены требования к процессам сбора, хранения и транспортирования отработавших шин перед их отправкой на утилизацию.

В Постановлении Правительства РФ от 9 апреля 2016 г. N 284 указано, что с 2018 году полигоны перестанут принимать шины на захороне-

ние. Минпромторг предложил обязать производителей с 2019 года утилизировать шины или уплачивать экологический сбор. Экобор за утилизацию автомобильных шин может составить 7–9 тысяч рублей за тонну товара.

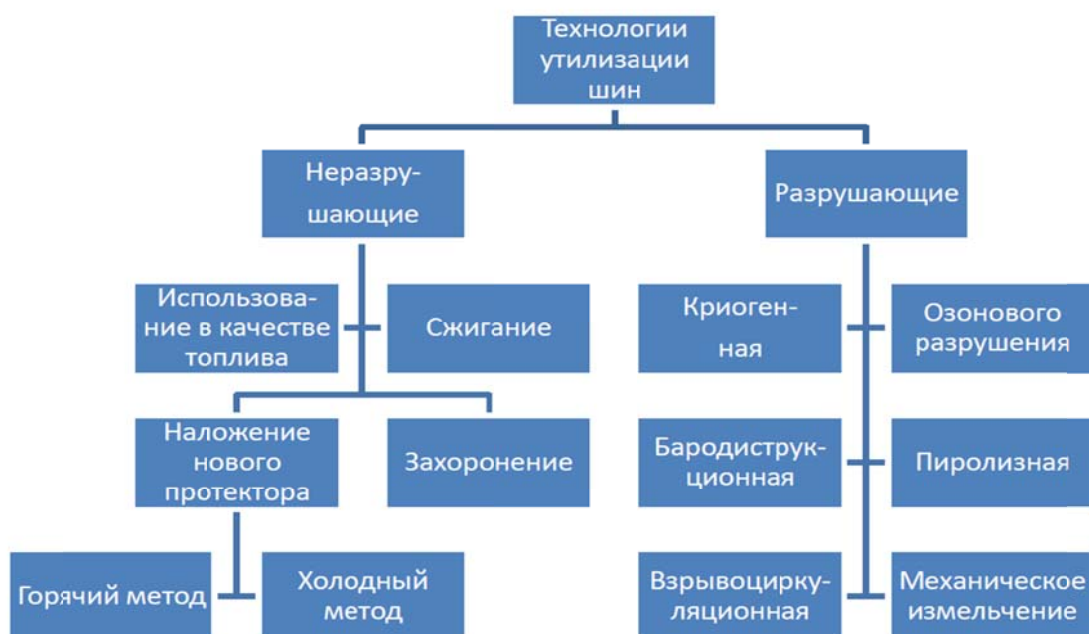
Рациональное использование изношенных шин имеет и существенное экономическое значение, поскольку потребности в природных ресурсах непрерывно растут, а их стоимость постоянно повышается. Шина представляет собой ценное вторичное сырье, содержащее резину, технический углерод и высококачественный металл, а повторное использование которых позволяет сократить потребление природных ресурсов (см. таблицу 1. Все основные материалы, содержащиеся в изношенных покрышках, сохраняют структуру и свойства, сравнительно близкие к первоначальным.

Таблица 1

Состав материалов в различных типах шин, % (в процентах)

Материал	Легковые	Легкогрузовые	Грузовые	ЦМК	С/Х	Индустриальные	КГШ
Проволока	7	10	9	23	2	3	3
Резина	79	76	69	77	73	70	81
Текстиль	15	14	22	0	24	26	16

Технология утилизации шин развивается по направлениям, указанным на схеме



В мире самым распространенным методом переработки шин является: сжигание, восстановление изношенных протекторов для повторного их использования и механическое дробление.

Экологические последствия восстановления шин

Вид воздействия	Экологические последствия
Затраты энергии и расход материалов	Затрачивается меньше материалов и энергии на восстановление по сравнению с производством новой шины. Затраты энергии на восстановление ~ 400 МДж по сравнению с 970 МДж для изготовления новой шины
Выбросы в атмосферу	Образуются летучие органические соединения (ЛОС) в процессе вулканизации из растворителей с очень резкий запахом
Твердые отходы	Много отходов крошки

Сжигание представляет собой термический процесс окисления при высоких температурах в диапазоне от 800°C до 1300°C, путем использования в качестве топлива в цементных печах или с целью получения энергии на специально оборудованных теплоэлектроцентралях.

Измельчение – процесс разделения материала на части концентраторами напряжения – ножами для получения резиновой крошки. При измельчении используют несколько методов: механический, озонный, взрывной, криогенный, комбинированный и др. Любой из способов измельчения имеет преимущества и недостатки. В таблице 3 указаны применения резиновой крошки.

Таблица 3

Применение крошки измельченной шины

Наименование производимого продукта	Применение
Резиновая крошка (фракции 0,1–0,5 мм)	Сорбент для сбора сырой нефти Эффективность очистки, 92%; изготовление новых автомобильных покрышек (добавка до 20 %)
Резиновая крошка (фракции 0,5 – 2 мм)	Добавка в асфальтобетонную смесь; изготовление гидроизоляционных покрытий; изготовление резиновой обуви; верхний слой декоративных резиновых плит; сорбент для сбора сырой нефти; изготовление резинобитумных антикоррозионных паст и мастик; изготовление звукоизоляционных и вибропоглощающих материалов и др. резинотехнических изделий
Резиновая крошка (фракции 2–4 мм)	Спортивные сооружения с искусственным покрытием; изготовление резиновых тротуарных плит; создание бесшовных резиновых покрытий; изготовление массивных резиновых плит для трамвайных и железнодорожных переездов; основа для спортивных сооружений с искусственным резиновым покрытием; засыпка дорожных буферов безопасности; тампонаж нефтяных скважин; спортивный инвентарь

Наполнитель кордный чистый	В оружейной промышленности для производства пыжей, в строительной промышленности в качестве наполнителя в массивных бетонных изделиях
Наполнитель кордный обрезиненный	Тампонаж нефтяных скважин; спортивный инвентарь
Металлокорд	В качестве металлолома при получении чугуна, или стали

Одной из наиболее перспективных областей применения шинной РК, должно стать дорожное строительство, но для этого необходимо изменить нормативную базу строительства дорог. В таблице 4 приведены преимущества и недостатки асфальта с резиновой крошкой. В асфальте дробленой резины должно быть 2% от массы минерального материала, т.е 60-70 тонн на 1 км. дорожного полотна.

Таблица 4

Преимущества и недостатки применения резиновой крошки в составе асфальта

Виды дорожных покрытий	Преимущества	Недостатки
Асфальт. Подобными положительными примерами в России являются резино-битумный композиционный материал «БИТ-РЭК», модификатор «УНИРЕМ», резино-битумное вяжущее «БРК-ИГУ»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– повышается долговечность (срок службы 15-20 лет) и межремонтный период;</li> <li>– повышается прочность при «+» и «-» температурах;</li> <li>– сокращается обслуживание;</li> <li>– увеличивается сопротивляемости к деформации и растрескиванию при низких температурах;</li> <li>– высокая устойчивостью к колееобразованию;</li> <li>– снижение шума и вибрации от дороги;</li> <li>– повышается безопасность движения (защита от обледенения, снижения тормозного пути)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– стоимость на 50 % выше, чем обычного асфальта;</li> <li>– на операцию измельчения шин тратится до 90% подводимой энергии;</li> <li>– высокая чувствительность к изменениям во время смешиванию;</li> <li>– не укладывается при температуре окружающей среды ниже 13 °С;</li> <li>– повторно не перерабатывается по соображениям экологии и общественного здравоохранения</li> </ul>
Гуммированный бетон	<ul style="list-style-type: none"> <li>– абсорбирует энергию;</li> <li>– подходит для использования в качестве противоударных барьеров;</li> <li>– повторно перерабатывается</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– относительно новый продукт, изготовителям придется убеждать строительную промышленность в его пригодности</li> </ul>

В РФ на сегодняшний день проблема утилизации изношенных шин так и остается не решенной. Мы считаем, что для решения данной проблемы нужно развивать рынок продуктов переработки шинной продукции и утвердить нормативные акты по регулированию утилизации автошин и ставки эковзноса.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Утилизация шин: монография / Н. В. Внукова, Е. И. Позднякова, И. В. Карапетянц [и др.] – Харьков : ХНАДУ, 2013. – 336 с.
2. ГОСТ Р 54095-2010. Ресурсосбережение. Требования к экобезопасной утилизации отработавших шин. – введ. 2012-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 29 с.
3. КРУГЛЫЙ СТОЛ Шинный рынок: итоги и перспективы [Электронный ресурс] // DOCPLAYER. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/27051859-Kruglyy-stol-shinnyy-rynok-itogi-i-perspektivy.html>.

**Авторы:** Чемерис Е.И., студентка, [chemerisek97@mail.ru](mailto:chemerisek97@mail.ru)

**Научный руководитель:** Бабюк Г.Ф., старший преподаватель, [galina/babyuk@mail.ru](mailto:galina/babyuk@mail.ru)

**Аннотация:** Статья посвящена обзору литературы о проблеме утилизации автомобильных шин в России.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, переработка, резиновая крошка.

### THE PROBLEM OF DISPOSAL OF TIRES

**Author:** Chemeris E.I., student.

**Research Supervisor:** Babyuk G.F., Senior Lecturer, Branch of the Industrial University of Tyumen in Nizhnevartovsk.

**Abstract:** The article is devoted to a review of literature on the problem of the utilization of automobile tires in Russia

**Key words:** environmental safety, processing, rubber chips.

УДК 665.62

## ОТНЕСЕНИЕ НЕФТЯНОГО ШЛАМА К КЛАССУ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

*Тавадзе Б.Д., канд. с.-х. наук, доцент;*

*Потапов И.П., студент*

*Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске*

Нефтешламы (нефтяные шламы) – это сложные физико-химические смеси, которые образуются в основном при разведке и добыче, реже при переработке и транспортировке нефти. Нефтешламы токсичны и представляют большую опасность для окружающей среды, подлежат захоронению или переработке. Сейчас в нефтяных амбарах различных нефтеперерабатывающих предприятий только по РФ уже накоплены сотни миллионов тонн токсичных нефтешламов. Это представляет реальную угрозу токсичного экологического загрязнения почв, подземных вод, рек и морей в зонах их складирования. Существует и потенциальная опасность остановки не-

которых нефтеперерабатывающих предприятий из-за фактического переполнения нефтяных амбаров нефтешламами в результате зачистки резервуаров от остатков нефтепродуктов. Переработка и утилизация нефтешламов – это важная экологическая и экономическая задача.

**Актуальность работы.** В современное время для всего мира особо остро стоит вопрос по отходам производства и потребления. В России, в соответствии нормативным документом утвержденным приказом МПР России от 15.06.2001 г. № 511, опасные отходы подразделяются на 5 классов опасности. Предприятия, зная класс опасности отхода, могут утилизировать, размещать, переработать и т.д. их в соответствии с законом РФ. Правильное обращение к отходам защитит окружающую среду от влияния вредных веществ и сохранит здоровье людей.

**Цель работы:** выяснить компонентный состав нефтяного шлама и расчетным методом определить класс его опасности для ОПС.

#### **Задачи**

1. По имеющимся сведениям определить компонентный состав нефтяного шлама.

2. По справочным данным определить показатели **К** для всех компонентов.

3. Используя санитарные правила СП 2.1.7.1386-03 расчетным методом определить класс опасности нефтяного шлама.

Отнесение отходов к классу опасности для окружающей природной среды проводится расчетным или экспериментальными методами. Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом осуществляется на основании показателя **К**, характеризующего степень опасности отхода при его воздействии на окружающую среду, рассчитанного по сумме показателей опасности компонентов отхода. Экспериментальный метод осуществляется в специализированных аккредитованных для этих целей лабораториях (биотестирование).

Для определения класса опасности нефтяного шлама мы использовали расчетный метод. Наименование компонентов нефтяного шлама представлены в табл.1. Первичные показатели опасности компонентов, содержащиеся в шламе представлены в табл.2. Полученный результат расчетов представлен в табл.3

Таблица 1

Наименование компонентов нефтяного шлама

Наименование компонентов отхода	C, % масс.	C, мг/кг
Хлориды	24,52	245200
Гидроксид натрия	10,9	109000
Тяжелые фракции	0,72	7200



Натрия гидрокарбонат	0,4	4000
Сульфит железа	0,7	7000

Таблица 2

Первичные показатели опасности компонента

№ п/п	Первичные показатели опасности компонента	Гидроксид натрия		Тяжелые фракции		Хлориды		Натрия гидрокарбонат		Сульфит железа	
		Значение показателей	Балл	Значение показателей	Балл	Значение показателей	Балл	Значение показателей	Балл	Значение показателей	Балл
1	ПДКп <sup>1</sup> (ОДК) <sup>2</sup> , мг/кг			1000	4	560	4	150	4	160	4
2	Класс опасности в почве			3	3						
3	ПДКв (ОДУ ОБУВ), мг/л	200	4	0,3	3	0,001	1	10	4		
4	Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	4	4	4	4			4	4	3	3
5	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	120	4	0,05	3	50	4	120	4	0,1	3
6	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	4	4	3	3			4	4	4	4
7	ПДКс.с.(ПДКм.р., ОБУВ), мг/м <sup>3</sup>	0,01	2			0,3	3	0,1	2	0,04	2
8	Класс опасности в атмосферном воздухе	2	2	3	3	4	4			3	3
9	ПДКпп (Мду, МДС), мг/кг										
10	Lg(S, мг/л/ПДКв, мг/л) <sup>3</sup>	Бесконечность	1	5,52	1	3,25	2			0	4
11	Lg(Снас, мг/м <sup>3</sup> /ПДКр.з)										
12	Lg(Снас, мг/м <sup>3</sup> /ПДКс.с. или ПДКм.р.)										

13	Lg Kow(октанол/вода)									
14	Lg Kow(октанол/вода)	320	2			2430	3	15	2	
15	LD <sub>50</sub> , мг/кг <sup>3</sup>	50	1							
16	LD <sub>50</sub> <sup>водн</sup> мг/л/96ч									
17	БД=БПК <sub>5</sub> /ХПК 100%									
18	Персистентность (трансформация в окружающей природной среде)									
19										
20		n=9	3	n=8	2	n=7	2	n=7	2	n=7
21		X=270/10 =2,7		X=26/9 =2,889 2		X=23/8 =2,875		X=26/8 =3,25		X=25/8 =3,125

Таблица 3

Результаты расчетов

Компоненты	Содержание мг/кг	Относительный параметр опасности компонента отхода для ОПС(X <sub>i</sub> )	Стандартизованный показатель опасности отхода для ОПС(Z <sub>i</sub> )	Коэффициент опасности компонента (W <sub>i</sub> )	Показатель степени опасности компонентов отхода для ОПС (K <sub>i</sub> )
Хлориды	245200	2,875	3,5	3162	77,5
Гидроксид натрия	109000	2,7	3,27	1862	2,15
Натрия гидрокарбонат	4000	3,25	3,99	10000	10,9
Сульфит железа	7000	3,125	3,83	6761	1,03
Тяжелые Фракции газоконденсата	7200	2,8892	3,52	3311	2,2

Установление класса опасности отхода в зависимости от показателя степени опасности отхода для ОПС (по результатам расчетного метода)

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для ОПС (К)
1	$10^6 \geq K > 10^4$
2	$10^4 \geq K > 10^3$
3	$10^3 \geq K > 10^2$
4	$10^2 \geq K > 10$
5	$K \leq 10$

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС расчетным методом осуществляется на основании *показателя степени опасности отхода для ОПС (К)*, рассчитанного по сумме показателей степени опасности веществ, составляющих отход (далее - компоненты отхода), для ОПС ( $K_i$ ):

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_i \quad (1)$$

Рассчитываем показатель степени опасности отхода для ОПС (К) в соответствии с формулой (1):

$$K = 77,5 + 2,15 + 10,9 + 1,03 + 2,2 = 93,78$$

### Вывод

1. Расчетная величина (К) находится в диапазоне ( $10^2 \geq K > 10$ ) табл.4, следовательно, нефтяной шлам, который образуется на установке очистки пластовых и производственных сточных вод перед закачкой в пласт на газовых месторождениях, содержащий: хлоридов -24,52%, гидроксида натрия-10,9%, тяжелых фракции газоконденсата-0,72%, натрия гидрокарбонат-0,4% и сульфата железа -0,7% - относится к классу опасности 4, т.е. является малоопасным.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный Закон РФ «Об отходах производства и потребления» от 24.06.89 № 89-ФЗ.
2. Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды. Приказ МПР России от 15.06.01 № 511.
3. ГН 1.2.1323-03. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды. – М.: ГСЭН России, 2003.
4. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – М.: ГСЭН России, 2003.
5. ГН 2.1.6.1339-03. Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – М.: ГСЭН России, 2003.
6. ГН 2.1.5.1316-03 Ориентировочно-допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М.: Минздрав России, 2003.

**Авторы:** Б.Д. Тавадзе, канд. с.-х. наук, доцент; И.П. Потапов, студент. Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске.

**Аннотация:** Статья посвящена определению класса опасности нефтяного шлама. В статье определен компонентный состав нефтяного шлама. Определены ПДК (предельно допустимые концентрации) каждого компонента для сред обитания живых организмов. В статье, используя санитарные правила СП 2.1.7.1386-03, расчетным методом определен класс опасности нефтяного шлама.

**Ключевые слова:** нефтяной шлам, класс опасности, предельно допустимая концентрация, отходы, переработка, утилизация

#### **THE ATTRIBUTION OF OIL SLUDGE TO ENVIRONMENTAL HAZARD CLASS.**

**Authors:** B.D. Tavadze, PhD, Associate Professor; I.P. Potapov, student. Tyumen industrial University, the branch in Nizhnevartovsk.

**Abstract:** The article deals with oil sludge identification to one of environmental hazard classes. The article presents the component composition of oil sludge and defines maximum allowed concentration of each component for alive organisms habitat. Such sanitary rules as СП 2.1.7.1386-03 are presented in the article. The hazard class of oil sludge is detected by calculated method.

**Key words:** oil sludge, hazard class, maximum allowed concentration, waste, recycling.

УДК 631.95

### **СТЕПЕНЬ ПОРАЖЕНИЯ И ОМЕРТВЛЕНИЯ ЛИСТА В ГОРОДСКИХ АГРОЦЕНОЗАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФАКТОРОВ АНТРОПОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.**

*Тавадзе Б.Д., канд. с.-х. наук, доцент;  
Шокарев А., студент*

*Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске*

В городах с высокоразвитой промышленностью и с большим количеством автотранспорта, в воздух выбрасывается огромное количество веществ – токсиканты, которые адсорбируются на клеточных оболочках, нарушают структуру и функциональную активность клеточных мембран, благодаря чему создаются условия для проникновения токсикантов внутрь клетки с последующим нарушением обмена веществ (отравление). Особое негативное влияние оказывают на растения кислотные осадки, их образование в основном обусловлены оксидами азота и серы. Эти газы в огромных количествах выбрасываются при сжигании угля и нефти, при дожигании попутного газа, а также они содержатся в выхлопных газах автотранспорта. Иногда эти токсиканты в виде кристалликов осаждаются на поверхности листы. Изменения внешнего вида листьев при этом выражаются в некрозе, побурении листьев, уродливых формах, скручивании, «ожогах», а в тяжелых случаях – засыхании и опадении листьев и хвои. Обнаружение

этих изменений относят к биоиндикации. Биоиндикация – это метод обнаружения и оценки воздействия абиотических и биотических факторов на живые организмы при помощи биотических систем. Существует два основных метода биоиндикации: пассивный и активный. В первом случае исследуют видимые или незаметные повреждения и отклонения от нормы, являющиеся признаками неблагоприятного воздействия. Во втором используют ответную реакцию наиболее чувствительных к данному фактору организмов (биотестирование).

**Актуальность работы.** Известно, что токсичные вещества в выхлопных газах автотранспорта влияют не только на состояние агроценозов города, но и на здоровье людей. Изменения происходящие в растениях являются сигналом для улучшения качества воздушной среды и применения современных методов ее защиты. Также данная работа дает основание применения норматива НДАН ОС (норматива допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду) по отношению к автотранспорту.

**Цель работы:** Определить степень загрязнения воздуха городской среды по процентному поражению ткани листьев в городских агроценозах.

#### **Задачи**

1. Определить площадь каждого листа, собранного на улицах нашего города
2. Вычислить процент повреждения ткани каждого листа.
3. Выявить более загрязненную улицу нашего города по степени повреждения листовых пластинок.
4. Построить карту загрязнения территории.

В ходе исследования на разных улицах города были собраны листья (по 50 шт. с дерева). С помощью миллиметровой бумаги и метода промеров в лабораторных условиях была определена площадь каждого листа, затем вычислена площадь поврежденной ткани, и в итоге процент повреждения листовой пластинки. Результаты исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследования

Название улиц	Мира	Ленина	Кузоваткина	Спортивная	Северная	Интернациональная
Средняя площадь одного листа см <sup>2</sup>	0,98	0,78	0,84	0,7434	0,79	0,744
% повреждения листа	3,95	3,69	4,8	2,075	6,64	1,2

#### **Выводы:**

1. Выявлено, что в условиях нашего города действительно происходит влияние вредных веществ на агроценоз.

2. Повреждение листовой поверхности выражается чаще в ожогах и побурении листы.

3. Процентные показатели повреждения листовых пластинок разнятся на разных улицах нашего города и совпадают с интенсивностью движения автомашин.

4. Предлагаем для озеленения нашего города использовать такие растения, которые обладают способностью поглощать вредные вещества и сами являются устойчивыми к загрязнителям.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Алексеев, С.В. Практикум по экологии / С. В. Алексеев, Н. В. Груздева, Э. В. Гущина. – М., 1996.

2. Федорова А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие для студентов. высш. учеб. Заведений: А. И. Федорова, А. Н. Никольская. – М.: Гуманист. изд. центр ВЛАДОС, 2001.

3. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. – М.: Гидрометеиздат, 1984.

4. Биоиндикация загрязнений наземных систем / под ред. Р. Шуберта; пер. с нем. Г. И. Лойдиной, В. А. Турчаниновой. – М.: Мир. – 1988. – 348 с.

5. Викторов С.В. Индикационная геоботаника / С.В. Викторов, Г.Л. Ремезова. – М.: Изда-во МГУ, 1988.

**Авторы:** Б.Д. Тавадзе, канд. с.-х. наук, доцент; А. Шокарев, студент. Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске.

**Аннотация:** Статья посвящена актуальной проблеме загрязнения городской среды токсичными веществами, содержащихся в выхлопных газах автотранспорта. В статье, по состоянию листовых пластинок в городских агроценозах, определена степень их поражения. В ходе исследования была обнаружена корреляция между степенью поражения листовых пластинок и с интенсивностью движения машин. В статье предложена методика определения площади листовых пластинок и вычислен процент повреждения ткани каждого листа.

**Ключевые слова:** листовая пластинка, токсичное вещество, агроценоз, автотранспорт, некроз листовых поверхностей, биоиндикация

### **THE DEGREE OF A LEAF DAMAGE AND NECROSIS IN CITY AGROCENOSIS UNDER THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTOR.**

**Authors:** B.D. Tavadze, PhD, Associate Professor; A. Shokarev, student. Tyumen industrial University, the branch in Nizhnevartovsk.

**Abstract:** The article discusses the problem of urban environment pollution by toxic substances which are contained in traffic fumes. The article shows the degree of damage according to leaf condition in city agrocenosis, in the course of the study the correlation between the degree of damage and traffic intensity was detected. The article offers the method of a leaf area determination and calculated the percentage of each leaf damage.

**Key words:** leaf, toxic substance, agrocenosis, traffic, leaf surface necrosis, bioindication.

УДК 615.8

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ЛАЗЕРНОГО ПИНЦЕТА ДЛЯ ФИЗИОТЕРАПИИ

*Зюзин Д.А., Меркулов Е.Г., Костоусов Н.А., Ахметов А.М.,  
Баранов В.Н., д-р мед. наук, профессор.  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень*

**Актуальность работы.** В настоящее время, нанотехнологии позволили создать лазерные пинцеты, которые предназначены для захвата, перемещения микро- и нанообъектов [2]. Однако, ещё до сих пор принципы и устройства для лазерного нано-воздействия не разработаны для терапии спаечных и спаечно-рубцовых процессов человеческого организма.

**Цель исследования** состояла в создании новой технологии лазерного нано-физиотерапевтического воздействия на биоткани и опытной модели лазерного пинцета.

**Материал и методы.** Для создания опытной модели лазерного пинцета для физиотерапии нами использовались: полупроводниковые лазеры, излучающие на длине волны 0,63–0,67 мкм и 0,81–0,89 мкм мощностью 01-15 мВт; кварцевые световоды с диаметром жилы  $1\pm 0,1$  мм; микроскоп «DigitalmicroscopeElectronicMagnifier», разрешением 500x (производства КНР), Персональный компьютер.

### **Результаты исследования**

Традиционные лазерные пинцеты состоят в основном, из источника лазерного излучения, узла фокусировки лазерного луча, кювет с микро- и нано-объектами, помещенными в определённую жидкость [6, 8]. Используются как маломощные светоизлучающие диоды, так и мощные аргоновые лазеры с длиной волны 0,51-0,53 мкм, волоконные с длиной волны 1,08 мкм и мощностью от 50 мВт до 3 Вт, полупроводниковые лазеры с длинами волн 0,99 мкм и 1,06 мкм, мощностью от 35 до 700 мВт. Причем инфракрасное лазерное излучение не повреждает биологические объекты, так как, захваченные в оптическую ловушку клетки продолжали делиться [5, 8, 9], что создает предпосылки для создания методик терапевтического «рассасывающего» воздействия на биологические ткани, пораженные спаечно-рубцовыми процессами. Ранее в эксперименте было обнаружено, что при сдвиге точки фокуса лазерный свет инфракрасного диапазона мощностью 20 мВт, отклоняясь от частицы, приводит ее во вращение [7, 8]. Поэтому можно предполагать, что в расширяющемся лазерном пятне на поверхности и соответственно в глубине биоткани фронт вращения клеток

биоткани будет идти за фронтом расширения лазерного фокуса то есть лазерного пятна. Предполагается, что новый тип модулятора будет и модифицировать основной коллимированный лазерный пучок на расфокусирующиеся, с определенной частотой, лазерные лучи, создающие в толще биологической ткани, расширяющиеся лазерные пятна и следующими за ними волны вращения микро- и нано-объектов в патологической биоткани, разрыхляя её.



Рисунок 1. Внешний вид опто-механического дефлектора

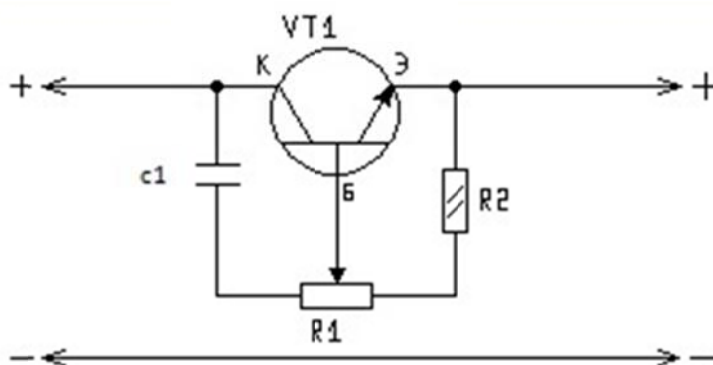


Рисунок 2. Электрическая схема опто-механического дефлектора

Разработанный нами опто-механический модулятор лазерного излучения, состоит из следующих элементов (рис. 1, 2): синхронный электродвигатель “Galanz” GAL-5-240-TDAC 220/240V 50/60 Hz 5/6 r/min 4WCLASSE. Компоненты: полулунная диафрагма, толкатель кварцевого световода, кварцевый световод, транзистор VT136, конденсатор МБМ-2 160V 0,1мкФ, резистор, диод КН10 2В, реостат СПЗ-4 аМ 47КМ, выключ-



чатель сети, корпус, электрическую цепь для управления скоростью вращения двигателя с реостатом, сетевой провод. Лазерный луч, проходя через вращающуюся диафрагму дефлектора через проксимальный торец светодиода, прерываясь образует на выходе расширяющийся лазерный пучок, образующий, как уже было сказано, в кювете с нано-объектами или на поверхности экспериментальной биологической ткани расширяющееся лазерное пятно с частотой, соответствующей частоте прерывания луча полулунной диафрагмой, регулируемой ручкой реостата.

**Заключение.** Принцип действия разработанного нами оптического пинцета для физиотерапии основан на предположении, что фотон оказывает давление на биоткань. Движущийся лазерный луч, испытывая преломление на биологических нано-структурах, способен вызывать волны вращения макромолекул и разрыхлять патологически измененные ткани, что актуально для лечения спаечной болезни и спаечно-рубцовых процессов различной локализации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ashkin A. Forces of a single – beam gradient laser trap on a dielectric sphere in the ray optics regime / A. Ashkin // *Biophys. J.* – 1992. – Vol. 61. – P. 569–582.

2. Энциклопедический словарь нанотехнологий, оптический пинцет [Электронный ресурс] // Словари и энциклопедии на Академике. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/nanotechnology/>.

3. Ахманов С. А. Физическая оптика : учебник / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин. – 2-е изд. – Москва : Изд-во МГУ; Наука, 2004. – 656 с.

4. Петров М., Российские учёные сделали оптический пинцет для микрообъектов [Электронный ресурс] // Блоги журнала "Экология и жизнь". – Режим доступа: <http://www.ecolife.ru/blogs/?p=453>.

5. Кишкинцев В. А. Явление притяжения вещества световыми лучами, открытое экспериментально В.Е. Костюшко [Электронный ресурс] / В. А. Кишкинцев // Доклады русскому физическому обществу, 2012, Часть 3 (Сборник научных работ). Энциклопедия русской мысли. Том 16. – Москва : Общественная польза, 2012. – С. 21-32. – Режим доступа: <http://www.rusphysics.ru/files/Kischkincev.Yavleniye.pdf>.

6. Богданов К. Ю. Что могут нанотехнологии? / К. Ю. Богданов. – Москва : Просвещение, 2009. – 96 с.

7. Белкин А. Оптический пинцет [Электронный ресурс] / Алексей Белкин // «YouTube» – видеохостинг. – Режим доступа: <http://www.youtube.com/watch?v=r8KX6eAWnBw>.

8. Клюев П. Г. Оптическое манипулирование микро- и наночастицами [Электронный ресурс] / П. Г. Клюев // Нанометр – нанотехнологическое сообщество. – Режим доступа: [http://www.nanometer.ru/2011/04/02/13017353753663\\_258039.html](http://www.nanometer.ru/2011/04/02/13017353753663_258039.html).

9. Mark C. Williams Optical Tweezers: Measuring Piconewton Forces, in Single Molecule Techniques / Petra Schwille, ed. // Biophysical Society. – 2002. – A Volume of the Biophysics Textbook Online. – P. 5.

**Автор:** Зюзин Д.А. – zuzin\_denis@bk.ru, Меркулов Е.Д. – e.merkylov@mail.ru, Ахметов А.М. – drozdy83@gmail.com, Костоусов Н.А. – nikita.kostousov2016@gmail.ru, Баранов В.Н. – baranovvn@tyuiu.ru

**Научный руководитель:** Баранов В.Н., доктор медицинских наук, профессор, Тюменский индустриальный университет.

**Аннотация:** Принцип оптического пинцета, разработанный нами для физиотерапии, основан на предположении, что фотон оказывает давление на нано-биочастицы. Движущийся лазерный луч испытывает преломление на биологических наноструктурах. Он способен вызывать волны вращения макромолекул и разрыхлять патологически измененные рубцовые ткани, что важно для лечения спаечной болезни и спаечно-рубцовых процессов.

**Ключевые слова:** лазер, пинцет, дефлектор, оптоволокно, нано-частица.

#### THE ECOLOGICAL CONDITION OF GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF THE CITY OF TYUMEN

**Author:** Zuzin D.A. – zuzin\_denis@bk.ru, Merkylov E.D. – e.merkylov@mail.ru, Ahmetov A.M. – drozdy83@gmail.com, Kostousov N.A. – nikita.kostousov2016@gmail.ru

**Research supervisor:** Baranov V.N., PhD, professor of Industrial University of Tyumen.

**Abstract:** The principle of the optical tweezers developed by us for physiotherapy is based on the assumption that the photon exerts pressure on the biotissue. A moving laser beam experiences refraction on biological nanostructures. It is capable of causing waves of rotation of macromolecules and loosening pathologically altered tissues, which is important for the treatment of adhesions.

**Key words:** laser, tweezers, deflector, optical fiber, nano-particle.

УДК 622.23.05

#### СПОСОБ ИНТЕРВАЛЬНОГО МНОГОСТАДИЙНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА В НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИНАХ

*Середина О.Н., студентка; Мартыненко Н.К., д-р ист. наук, профессор.  
Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске*

В России, как и во всем мире, прослеживается понижение добычи нефти. Для стабилизации и увеличения добычи в нынешнее время используют все ресурсы для преодоления проблемы. Тем не менее, месторождения на которых ведутся работы, характеризуются низкопроницаемыми и неоднородными свойствами пластов. Их разработка требует применения интенсификацию притока пластовой жидкости к забоям скважин Важнейшим методом современности, является гидроразрыв пласта (ГРП). ГРП

наращивает производительность скважины благодаря образованию при его проведении глубоких трещин в пласте с заполнение их жидкостью, через каналы, соединяющие основную часть пласта со скважиной.

В настоящее время все чаще обращаются к способу разработки нефтяных месторождений горизонтальными скважинами, где используют интервальный многостадийный гидравлический разрыв пласта (МГРП). Способ включает интервальный спуск кумулятивного перфоратора с использованием ГНКТ (гибкой насосно-компрессорной трубы), выполнение перфорации в горизонтальных участках эксплуатационной колонны, цементного кольцевого пространства, горной породы (продуктивного пласта), закачивание жидкости разрыва и проппанта в продуктивный пласт для формирования и закрепления трещин после гидравлического разрыва, интервальную установку в горизонтальных участках эксплуатационной колонны пакеров. Причем на первой стадии ГРП производят спуск кумулятивного перфоратора без пакера, а для подготовки последующих стадий ГРП используют кумулятивный перфоратор с пакером. При этом в качестве пакера используют установленную впереди перфоратора с посадочной камерой композитную взрывную пакер-пробку. При этом пакер-пробку связывают с перфоратором соединительным устройством. Причем один импульс инициирует пороховой заряд для установки и отсоединения композитной взрывной пакер-пробки от кумулятивного перфоратора, а другой импульс инициирует сам кумулятивный перфоратор. При этом установку пакер-пробки и перфорацию производят за одну спускоподъемную операцию. Технический результат заключается в повышении технологичности способа.

Существует технология многостадийного ГРП, предполагающая цементирование обсадной колонны, кумулятивную перфорацию и систему шаров с седлами для пакеровки зон ГРП. Эта технология представляет собой традиционную систему заканчивания скважин типа «plug-and-perf» и обеспечивает доступ к стволу скважины после разбуривания пробки. Однако она позволяет проводить ГРП стадий на такие расстояния, насколько это может позволить каротажный кабель, недостаток которого заключается в сложности его продвижения на большие расстояния по горизонтальному стволу скважины.

Используется способ перфорирования ствола скважины, включающий цементирование обсадной колонны, использование стреляющих саморазрушающихся перфораторов, а также пробки для гидроразрыва и мостовые пробки, при этом спуск рабочих инструментов производится с помощью либо проволочной линии, троса или линии электрокабеля. Такое техническое решение направлено на создание автономного скважинного инструмента, выполненного с возможностью саморазрушения. Оно приводит к значительному усложнению и увеличению расходов инструментов в процессе ГРП.

Известен способ гидравлического разрыва пласта в двух параллельных горизонтальных стволах скважины. Он включает определение направления главного напряжения пласта, бурение и обсаживание двух параллельных горизонтальных стволов, их цементирование и перфорирование, и гидравлический разрыв нефтяного пласта. Два горизонтальных параллельных ствола бурят в одной горизонтальной плоскости по направлению минимального напряжения, рассчитывают с учетом главного напряжения пласта оптимальное расположение трещин и определяют расположение точек инициации трещин проводят в обоих горизонтальных стволах перфорирование и ГРП первой стадии, изолируют интервалы, на которых была проведена первая стадия ГРП установкой фрак-перемычек. Затем проводят перфорирование, ГРП и изоляцию установкой фрак-перемычек следующей стадии со смещением точек инициации трещин ГРП, причем расположение точек инициации ГРП определяют таким образом, чтобы трещины на одном стволе скважины были ориентированы в промежуточную зону другого ствола скважины (патент зарегистрирован) [6].

Воплощение в жизнь интервального многостадийного гидравлического разрыва пласта (ГРП) решает актуальные проблем в нефтяном деле:

- невозможности проведения высокоскоростного ГРП из-за технических ограничений существующих технологий;
- использования дорогостоящего оборудования;
- значительной сложности подготовки к стадиям ГРП;
- неоправданного количества спуско-подъемных операций ГНКТ.

Решение такого рода технической проблем достигается тем, что в способе интервального многостадийного гидравлического разрыва пласта в нефтяных и газовых скважинах, включающем интервальный спуск кумулятивного перфоратора с использованием ГНКТ (гибкой насосно-компрессорной трубы), выполнение перфорации в горизонтальных участках эксплуатационной колонны, закачивание жидкости разрыва и проппанта в продуктивный пласт для формирования и закрепления трещин после гидравлического разрыва, интервальную установку в горизонтальных участках эксплуатационной колонны пакеров. Пакер-пробку связывают с перфоратором соединительным устройством, а для иницирования композитной взрывной пакер-пробки и кумулятивного перфоратора используют пропущенный через ГНКТ кабель-канал (геофизический кабель). ГНКТ кабель-канал передает различные кодированные электрические импульсы, причем один импульс иницирует пороховой заряд для установки и отсоединения композитной взрывной пакер-пробки от кумулятивного перфоратора. Другой импульс иницирует сам кумулятивный перфоратор, при этом установку пакер-пробки и перфорацию производят за одну спускоподъемную операцию. Проппант на всех стадиях ГРП продавливают с помощью, например полиуретанового продавочного шара. Выполняют продвижение по стволу скважины кумулятивного перфоратора с композитной взрывной пакер-пробкой, а их

центрирование осуществляют за счет использования двух центраторов на роликах (катках), расположенных на подвеске ГНКТ с обеих сторон перфоратора. Отсоединение пакер-пробки от перфоратора осуществляют усилием на разрыв и сломом соединительных шпилек соединительного штока за счет избыточного давления образованного в посадочной камере в результате горения порохового заряда. Обеспечивают использование равнопроходных диаметров компоновок под ГРП и хвостовика.

Данный способ интервального многостадийного гидравлического разрыва пласта предназначен для реализации с помощью кумулятивных перфораторов и композитных взрывных пакер-пробок в нефтяных и газовых скважинах с различными диаметрами от 89 мм до 178 мм. В варианте, когда проводят ГРП скважины с горизонтальным окончанием, то используют инструменты (компоновки) диаметром, соответствующим внутреннему диаметру вертикального и горизонтального участков скважины. При этом стадии ГРП производят по эксплуатационным колоннам. В том варианте, когда скважина заканчивается хвостовиком с горизонтальным окончанием, то используют компоновки с диаметром, соответствующим внутреннему диаметру хвостовика. В этом случае спускают подвеску колонн труб под ГРП встык хвостовика для образования равного проходного диаметра от устья до текущего забоя скважины. При высокоскоростных ГРП закачка пропанта происходит на высоких скоростях (от 6 м<sup>3</sup>/мин до 15 м<sup>3</sup>/мин). При таких расходах жидкость разрыва и пропант подаются непосредственно по стволу скважины в продуктивный пласт, что является важной характеристикой заявленного способа. Высокоскоростные закачки способствуют развитию больших по протяженности трещин разрыва в продуктивном пласте с закачиванием большого количества пропанта (100 т и более) для увеличения площади дренирования продуктивного пласта и, как следствие, увеличения дебита скважины. На высоких скоростях закачки несущей жидкостью ГРП является вода (экологически чистое вещество), а также присадки в виде понизителей трения. Пропант при этом удерживается во взвешенном состоянии по всему стволу скважины. ГРП на воде позволяет исключить кольматацию пласта и удешевить работу за счет исключения геля и других химических реагентов.

Входе эксплуатации данного способа необходим горизонтальный участок скважины с эксплуатационной колонной и зацементированного кольцевого пространства между колонной и продуктивным пластом (горной породой). Для спуска кумулятивного перфоратора используют гибкую насосно-компрессорную трубу (ГНКТ), соединенную с коннектором (соединительным устройством с циркуляционными окнами и аварийным разъединителем). Через трубу пропущен кабель-канал (геофизический кабель) и соединен с кумулятивным перфоратором. При спуске перфоратора через окна в коннекторе циркулирует промывочная жидкость, а кумулятивный перфоратор снабжен двумя центраторами на роликах (катках). В

результате центрирования и уменьшения силы трения перфоратора относительно ствола скважины облегчено продвижение всей компоновки на максимальную глубину по горизонтальному участку скважины. Поскольку пропущенный через трубу (ГНКТ) кабель-канал (геофизический кабель) соединен с кумулятивным перфоратором, то по кабелю-каналу подается кодированный электрический импульс на инициирование кумулятивного перфоратора. Кумулятивный перфоратор при срабатывании в пределах своей длины (интервала перфорации) создает перфорационные каналы в эксплуатационной колонне, цементном камне и продуктивном пласте, тем самым обеспечивая гидродинамическую связь скважины с продуктивным пластом. После подъема кумулятивного перфоратора производят закачку жидкости разрыва в скважину, а при увеличении давления закачки через перфорационные каналы производят гидравлический разрыв продуктивного пласта. Затем в образовавшиеся после разрыва трещины в продуктивном пласте по стволу скважины с помощью технологической жидкости и полиуретанового продавочного шара продавливают проппант, тем самым заполняя и закрепляя трещины.

Проведение конечной стадии ГРП, включающее спуск в скважину такой компоновки: бурильного инструмента с забойным двигателем на трубе (ГНКТ). Производят циркуляцию промывочной жидкости, разбуривание пакер-пробок и продавочных шаров с помощью бурильного инструмента с забойным двигателем. При этом производят одновременное вымывание разбуренных обломков из скважины, а затем подъем всей компоновки. На рисунке показана готовая к эксплуатации скважина.

Таким образом, в зависимости от геолого-технических характеристик скважины и продуктивного пласта представленный способ позволяет:

- под каждую стадию ГРП заранее выбирать наиболее перспективные участки пласта по данным геофизических исследований скважины (ГИС) под перфорацию и располагать перфоратор в выбранном интервале;
- производить оптимальное количество стадий ГРП горизонтально-го ствола скважины в перспективных интервалах продуктивного пласта;
- выполнять высокоскоростные ГРП с расходом закачки технологической жидкости и проппанта от 6 до 15 кубических метров в минуту;
- закачивать большое количество проппанта и технологической жидкости (МГРП).

Экспериментальные исследования с использованием данного способа показали простоту и надежность интервального многостадийного гидравлического разрыва пласта (ГРП) в нефтяных и газовых скважинах. Технический результат, достигаемый с использованием заявленного МГРП, обеспечивает:

- исключение использования дорогостоящего оборудования;
- сокращение количества спусковых подъемных операций ГНКТ;
- выполнение высокоскоростного ГРП;

- минимальное количество времени на разбуривание композитных пакер-пробок и продавочных шаров;
- обеспечение беспрепятственного доступа используемому оборудованию, пропанту и технологической жидкости по всему стволу горизонтального участка скважины.

В результате поведенного нами исследования мы пришли к следующим выводам.

1. МГРП – универсальный инструмент повышения добычи и управления разработкой месторождения [8].

2. Комплексная система планирования и выполнения позволяет осуществлять постоянный мониторинг.

3. МГРП дает возможность оптимизировать массу пропанта при условии экономической эффективности и учета технологических и геологических рисков.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочная книга по текущему и капитальному ремонту нефтяных и газовых скважин / А. Д. Амиров [и др.]. – Москва : Недра, 1979. – 309 с.

2. Желтов Ю. П. Разработка нефтяных месторождений / Ю. П. Желтов. – Москва : Недра, 1986. – 332 с.

3. Инструкция по технологии глубокопроникающего гидравлического разрыва пласта: РД 39-0147035-236-89 / П. М. Усачев, Л. А. Магадова [и др.]. – Москва : ВНИИ, 1988. – 52 с.

4. Кагарманов И. И. Ремонт нефтяных и газовых скважин / И. И. Кагарманов, А. Ю. Дмитриев. – Томск : STT, 2007. – 324 с.

5. Климентов П. П. Общая гидрогеология / П. П. Климентов. – Москва : Высшая школа, 1971. – 224с.

6. Пат. RU на изобретение №2558058, E21В 43/27, оп. в 2015 г. Способ поинтервального гидравлического разрыва карбонатного пласта в горизонтальном стволе скважины с подошвенной водой / Махмутов И. Х., Салимов О. В., Зиятдинов Р. З., Гирфанов И. И., Мансуров А. У. ; патентообладатель Открытое акционерное общество "Татнефть" имени В.Д. Шашина. – №2558058; заявл. 2014122632/03 от 03.06.2014; опубли. 27.07.2015, Бюл. № 21.

7. Проселков Е. Ю. Бурение горизонтальных скважин / Е. Ю. Проселков, Ю. М. Проселков. – Краснодар : Совет. Кубань, 2008. – 424 с.

8. Тимонов А. В. Оптимизация технологий гидроразрыва пласта на месторождениях ОАО «НК«Роснефть» / А. В. Тимонов, А. Г. Загуренко // Нефтяное хозяйство. – 2006. – № 11. – С. 35-37.

**Автор:** Середина О.Н., студентка [olgaseredina55@gmail.com](mailto:olgaseredina55@gmail.com)

**Научный руководитель:** Мартыненко Н.К., д-р ист. наук, профессор, Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске.

**Аннотация:** В данной статье представлен краткий обзор истории добычи нефти. Рассмотрен способ интервального многостадийного гидравлического разрыва пласта в нефтяных скважинах для восстановления объема добычи нефти. Проведен анализ работы рассматриваемого способа при эксплуатации в скважине.

**Ключевые слова:** многостадийный гидравлический разрыв пласта (МГРП), проппант, забой, нефть, добыча.

## WAY OF INTERVAL MULTISTAGE HYDRAULIC FRACTURING OF LAYER IN OIL AND GAS WELLS

**Author:** O.N. Seredina, student of olgaseredina55@gmail.com

**Research supervisor:** Martynenko N.K., professor, the Tyumen industrial university, branch of Noyabrsk.

**Abstract:** The short review of history of oil production is presented in this article. The way of interval multistage hydraulic fracturing in oil wells for restoration of volume of oil production is considered. The analysis of work of the considered way at operation in the well is carried out.

**Key words:** multistage Hydraulic Fracturing (MHF), prop-punt, face, oil, production.

УДК 621.316.95

## СЕТЕВОЙ ФИЛЬТР ИЛИ СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ?

*Середина О.Н., Белоус М.В., студенты;  
Аникин И.Ю., канд. пед. наук, доцент.*

*Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске*

Перепады напряжения и электрические помехи – проблема отечественных электрических сетей. Это неприятное явление влияет на качественную работу бытовых приборов, снижая их срок эксплуатации и качество выполнения заложенных функций. Конечно, снижается и эффективность их эксплуатации.

В настоящее время с этой проблемой можно бороться, установив в своем собственном доме различные аппараты, которые приводят электрические параметры сети к нормированным значениям.

Таких приборов на рынке несколько: источники бесперебойного питания, стабилизаторы, фильтры и т.д. В этой статье мы рассмотрим вопрос, связанный с исследованием функций стабилизатора напряжения и сетевого фильтра и, на основе анализа, попробуем определиться – что лучше, сетевой фильтр или стабилизатор напряжения? Для этого рассмотрим эти аппараты.

### Сетевой фильтр

Его основное предназначение – сглаживание помех в электрической сети. Этот процесс производится за счет установленной в приборе электронной схеме, которая нейтрализует скачки напряжения и выравнивает



частоту тока. Стандартный защитный прибор включает в себя два основных элемента – сам фильтр и ограничитель напряжения.

Чисто конструктивно сетевой фильтр – это, по сути, «переноска» (удлинитель) с разным количеством гнезд подключения (от одной до восьми). Выбирая сетевой фильтр, необходимо учитывать, на какую нагрузку он предназначен.

В соответствии с этим придется подключать к нему и определенное количество потребителей с суммарной мощностью, не превышающую мощность самого аппарата.

В настоящее время производители предлагают сетевые фильтры с разными начинками. К примеру, со встроенной телефонной линией или с гнездом для интернета или факса. При этом и для этих видов подключения устанавливается схема сглаживания напряжения.

Производители предлагают и модели, предназначенные для компьютерных сетей, в которых сглаживание может производиться и целиком, и по отдельности на каждую линию.

### **Принцип работы**

В схеме сглаживания используются варисторы. Varistors (название образовано от двух слов Variable Resistors – изменяющиеся сопротивления) – это полупроводниковые (металлооксидные или оксидноцинковые) резисторы, обладающие свойством резко уменьшать свое сопротивление с 1000 МОм до десятков Ом при увеличении на них напряжения выше пороговой величины. В этом случае сопротивление становится тем меньше, чем больше действует напряжение.

При скачке напряжения в сторону повышения варистор тут же уменьшает свое сопротивление, тем самым избыток электроэнергии преобразуется в тепло. При повышении максимально допустимого значения он сгорает, электрическая цепь разрывается и техника обесточивается.

В схеме обязательно присутствуют конденсаторы и катушки индуктивности (LC). Именно они компенсируют реактивные составляющие силы тока и позволяют поддерживать качественные показатели электроэнергии. Фильтр не выравнивает напряжения, а лишь удаляет возникающие помехи, частотой от 100 Гц до 100 МГц [1, с. 55].

### **Стабилизатор напряжения**

Этот прибор предназначен для выравнивания напряжения до номинального в 220 вольт. И делает это он в автоматическом режиме. Это основная его функция. Но есть и дополнительные:

1. Защита от короткого замыкания.
2. От электромагнитных помех.
3. Устранение помех в телефонных, факсовых и интернетовских линиях.

Если говорить о разнообразии стабилизаторов, то их в разы больше, чем фильтров. Здесь и электромеханические приборы, и релейные, и элект-

тронные (импульсные, тиристорные). У каждого вида свои преимущества и недостатки. Стабилизатор напряжения это достаточно сложный электрический прибор с большим функционалом (рис. 1) [2, с. 95].

В основе принципа действия по стабилизации величины напряжения лежит переключение обмоток в трансформаторе (изменение коэффициента трансформации), что соответственно приводит или к понижению напряжения, или к повышению последнего.

Имеется в виду его выходное значение.

Для обеспечения дополнительных функций аппарата (перечисленных выше) осуществляют элементы, которые установлены в соответствующей модели. Это могут быть реле, тиристоры, симисторы и так далее.

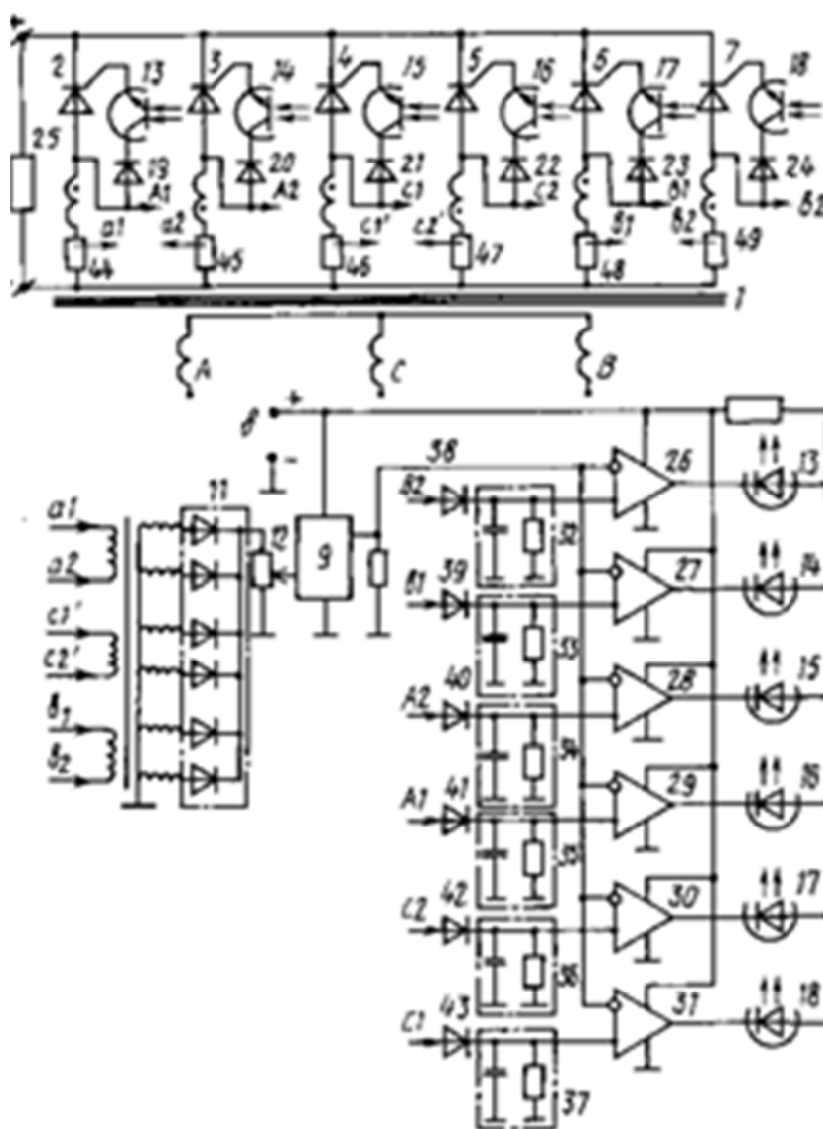


Рисунок 1. Принципиальная схема стабилизатора напряжения

Исходя из функциональных способностей и стоимости приборов проведем их сравнение [3].

Первое. Конечно, стабилизаторы напряжения по своей многофункциональности и качеству поддержания характеристик сети предпочтительнее.

В отличие от простой схемы защиты у сетевых фильтров, у стабилизаторов она не только сложная, но и многоступенчатая, что является своеобразной гарантией уровня качества электроэнергии.

Второе. Сетевой фильтр с пониженным напряжением не справляется, он на это никак не реагирует, т.е. он не выравнивает напряжения, а лишь удаляет возникающие помехи, частотой от 100 Гц до 100 МГц.

Качественный стабилизатор, наоборот, способен выполнить задачу сетевого фильтра и выровнять напряжение до нужного уровня даже при значительных скачках. И это большой плюс, особенно для бытовых приборов.

Третье. При слишком высоком напряжении стабилизатор плавно отключит питающую сеть. У сетевого фильтра отключение будет резким, с возможным нарушением его дальнейшей эксплуатации.

Четвертое. Стабилизатор напряжения и сетевой фильтр можно установить как на один бытовой прибор, так и на несколько, но на всю квартиру в целом – только стабилизатор.

Пятое. Сетевой фильтр стоит гораздо дешевле любого стабилизатора. К тому же это удлинитель, через который можно подключить большое количество потребителей.

Таким образом, можно сделать выводы:

1. Хороший сетевой фильтр лучше всего устанавливать в сетях, где отсутствуют большие перепады напряжения. Особенно это касается пониженного напряжения. К примеру, если свет в доме не мигает, не тускнеет или не отключается, то этот прибор неплохой вариант.

2. Во всех остальных случаях лучше установить стабилизатор сетевого напряжения. Правда, этот прибор дорогая вещь, но свою цену он оправдывает. Особенно когда бытовые приборы в сумме будут дороже в несколько раз стабилизатора напряжения.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Горюнова Н. Н. Полупроводниковые приборы: транзисторы. Справочник / Н. Н. Горюнова. – Москва : Энергоатомиздат, 2003. – 189 с.

2. Елагин Н. А. Конструкции и технологии в помощь любителям электроники. Схемы для домашнего конструирования / Н. А. Елагин, А. В. Ростов. – Москва : СОЛОН-Р, 2011. – 107 с.

3. Сетевой фильтр или стабилизатор напряжения: что лучше? Чем отличается стабилизатор напряжения от сетевого фильтра [Электронный ресурс] // FB.ru. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/227615/setevoy-filtr-ili-stabilizator-napryajeniya-cto-luchshe-chem-otlichaetsya-stabilizator-napryajeniya-ot-setevogo-filtra>.

**Автор:** Середина О.Н., Белоус М.В., студенты, tvtianikin@mail.ru

**Научный руководитель:** Аникин И.Ю., канд. пед. наук, доцент. Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске.

**Аннотация:** В работе проведен анализ назначения и функциональных особенностей стабилизаторов напряжения и сетевых фильтров. Сделано сравнение их функциональных возможностей и, на основе анализа, даны рекомендации по применению этих аппаратов в тех или иных условиях.

**Ключевые слова:** качество, электроэнергия, стабилизатор, фильтр, защита.

### **A SURGE PROTECTOR OR VOLTAGE STABILIZER?**

**Authors:** Seredina O.N., Belous M.V., students, tvtianikin@mail.ru

**Research supervisor:** Anikin I.Yu., Associate Professor, Tyumen industrial University, branch of Noyabrsk.

**Abstract:** The paper analyzes the purpose and functional characteristics of voltage regulators and surge protectors. The comparison of their functional capabilities is made and, on the basis of the analysis, recommendations on application of these devices in these or those conditions are given.

**Key words:** Quality, electricity, stabilizer, filter, protection.

УДК 504.75

## **МЕТОДЫ БОРЬБЫ С РАЗЛИВАМИ НЕФТИ В АРКТИКЕ С ЦЕЛЮ СОХРАНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ**

*Хасанишина А.А., студентка; Мартыненко Н.К., д-р ист. наук, профессор.  
Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске*

На сегодняшний день добыча углеводородного сырья ведется практически по всей России. Но одним из самых уязвимых и хрупких мест является именно Арктика. Больше всего в последние годы возрос интерес к нефтепоисковым работам на арктическом шельфе, что не может вызывать противоречивые мнения по поводу добычи нефти в этой зоне. Считается, что Арктика крайне чувствительное место и бурение скважин может привести к глобальным последствиям. Арктика является легкоуязвимым местом к возникновению аварийных ситуаций, которые способны нанести неисправимый ущерб окружающей среде. И прогнозирование всевозможных сценариев рисков, то есть эффективное предотвращение экологически опасных ситуаций, а главное быстрая ликвидация и локализация разливов нефти, является одной из главных задач для добычи углеводородного сырья на арктическом шельфе.

Аварии на арктических трубопроводах возникают в основном из-за специфических климатических условий, характерных для этой территории: низкая температура воздуха, большие площади многолетнемерзлого грунта, обводненность и сильная заболоченность равнинных местностей.

Именно из-за разности температур транспортируемого продукта и многолетнемерзлого грунта трубопровод при положительной плавучести всплывает, либо оседает. В результате чего происходят аварии арктических трубопроводов, сопровождающиеся большими потерями транспортируемых продуктов аварии. Это, безусловно, влияет на гибель морских животных, мальков рыб и зоопланктона, патологические болезни у китов, тюленей, полярных медведей и других.

Основными источниками экологического риска являются аварии при танкерных перевозках нефтепродукта. Нефтяные разливы подразделяются на три категории: «малые» (менее 7 тонн), «средние» (от 7 до 700 тонн), «большие» (более 700 тонн). Около 35% аварий от «средних» разливов случаются в процессе погрузочно-разгрузочных работ. При «больших» разливах 83% происходят в результате крушения судов и посадки их на мель. В результате ежегодно российские реки выносят в Северный Ледовитый океан до 500000 тонн нефтепродуктов.

Сжигание нефти, является одним из методов ликвидации разливов нефти, забегая чуть вперед, можно также сказать, что данный способ очень пагубно влияет на природу Арктики. Сжигание нефти провоцирует изменение климата и таяние арктических льдов, и солнечная радиация отражается всё хуже, вследствие чего Земля нагревается быстрее.

Таким образом, с одной стороны освоение углеводородов в Арктике кажется крайне опасным и невозможным, но с другой стороны с каждым годом экологическая и промышленная безопасность совершенствуется и выходит на более высокий уровень, и добыча полезных ископаемых становится всё более реальной и безопасной.

Известные на сегодня методы ликвидации разливов нефти можно разделить на три основные категории: механический сбор, сжигание нефти на месте разлива, химический способ ликвидации с применением диспергентов.

При механическом сборе используются боновые заграждения, нефтесборщики и насосы. Боны крепятся к неподвижным сооружениям либо закрепляются на береговой линии и используются для локализации нефти. После того как разлитая нефть собирается, ее перекачивают с помощью трубопроводов и насосов для кратковременного хранения вплоть до утилизации. Но такой метод сбора подходит для работы в условиях открытой воды с очень низким или незначительным присутствием льда, хотя может применяться и в ледовых условиях, но тогда эффективность работ будет более низкой из-за неизбежного простоя оборудования, связанного с его маневрированием во льду. Кроме того, несмотря на то, что сбор уже локализованной при помощи боновых заграждений нефти в принципе не представляет проблем, в большинстве случаев эффективность этих работ будет существенно снижаться в ночное время суток. Более того, когда пленка нефтепродукта покрывает большие площади поверхности воды,

растекаясь по ней тонким слоем, такой способ очистки становится малоэффективным.

Сжигание нефти на месте разлива осуществляется как с применением огнеупорных боновых заграждений, так и без них. Сжигание нефти с использованием огнеупорных бонов, который может проводиться в условиях открытой воды и незначительного присутствия льда, а также при наличии небольшого ледового покрова на воде, но уже с меньшей эффективностью из-за неизбежного простоя оборудования, связанного с его перестановкой для ухода ото льда. В условиях разреженного льда низкой сплоченности попадание льдин в боновое заграждение при сжигании нефти на месте представляет собой меньшую проблему, чем при использовании механической уборки в тех же условиях. При большой сплоченности льда обеспечивается естественная локализация разлитой нефти, что позволяет достаточно эффективно сжигать нефть и без боновых заграждений. Этот метод также может применяться для сжигания нефти в проталинах, когда нефть из подледных разливов поступает на поверхность во время таяния льдов [8].

Как правило, сжигание нефти осуществляется путем выброса на нефть, желатинообразного топлива с самолета или выброса запального механизма с судна или другой точки. При этом является необходимым подходящая толщина нефтяного разлива, минимальное волнение моря и скорость ветра, а также не сильно эмульгированная нефть. При хороших условиях можно достичь 80–90 % полноты сжигания.

Для борьбы с последствиями разливов нефти также применяют химические препараты, которые незаменимы, когда в результате плохих климатических условий механический сбор нефти и выжигание на месте становятся неэффективными и небезопасными. Такими препаратами являются диспергенты, то есть эмульгаторы.

Применяемые эмульгаторы должны иметь низкую токсичность для морской флоры и фауны, высокую эмульгирующую способность и низкую стоимость. Данным требованиям больше удовлетворяют диспергенты второго поколения, так как имеют не только низкую степень токсичности, но и являются более дешевыми.

Рассмотрев основные способы ликвидации разливов нефти, можно сказать, что их использование затруднено суровыми природными условиями Арктики. Наличие льда препятствует ликвидации нефти механическим способом с помощью боновых заграждений, но с другой стороны лёд мешает быстрому распространению нефтяного пятна, этим самым выигрывая время на осуществление устранения нефтяных разливов. Сжигание нефти на месте разлива требует в основном использование воздушных и морских средств, что усложняет быструю ликвидацию. Свою роль также играет удаленность северных территорий и отсутствие инфраструктур, что замедляет ЧС как можно быстрее начать устранять разливы нефти.

Наряду с наиболее распространенными методами существует метод уничтожения нефтяной пленки с использованием лазерного излучения с длиной волны 10,6 мкм. Это излучение слабо поглощается нефтью и сильно водой. Российским ученым удалось создать сравнительно недорогой в применении мощный СО<sub>2</sub>-лазер, который работает на потоке атмосферного воздуха. Механизм данного метода заключается в следующем. Излучение СО<sub>2</sub>-лазера хорошо поглощается тонким слоем воды, который примыкает к нефтяной пленке. В результате чего вода в этом слое быстро нагревается и переходит в долговременное стабильное состояние. Из-за нестабильно перегретой воды происходит парообразующий взрыв и случается разрыв теплового контакта нефти и воды, который затрудняет горение нефти в обычных условиях. Нефтяная пленка подбрасывается вверх и при этом дробится на фрагменты. Капли нефти на высоте 30-40 см, смешиваясь с воздухом, образуют горючую смесь. При этом происходит самовоспламенение смеси и капли нефтяного загрязнения сгорают в воздухе. При таком способе ликвидации можно удалить нефтепродукт практически любой толщины, но не менее 10,6 мкм [7].

Существует еще один способ уничтожения нефтяной пленки с использованием лазерного излучения. Но при данном излучении используется СО-лазер с длиной волны 5 мкм. Воздействие на нефтепродукт производят в пределах его пятна в местах его наибольшей толщины, которая должна быть не меньше длины волны излучения. Тогда происходит быстрый нагрев и испарение нефтепродукта без нагрева водной поверхности. В результате сокращаются общие энергозатраты на испарение нефтепродукта. При этом толщину пленки и вид нефтепродукта определяют посредством флюоресценции. А при помощи спектра флюоресцентного излучения нефтепродукта можно классифицировать нефтепродукт по трем группам: легкий очищенный нефтепродукт, сырая нефть или тяжелый остаточный нефтепродукт. Это дает возможность оптимизировать энергозатраты лазерного источника на испарение нефтепродукта путем изменения частоты колебаний луча, так как для различных видов нефтепродукта требуются различные плотности теплового потока в следе луча. Перемещение следа луча в пределах пятна нефтепродукта производят по любой произвольной незамкнутой траектории движения, что делает способ очистки легко реализуемым [3].

Можно сказать, что обе технологии применения лазера для удаления нефтяной пленки с водной поверхности являются более перспективными в будущем. Необходимо отметить, что при сравнении обеих технологий наиболее предпочтительной выявлена более безопасная и эффективная с применением СО-лазера. Во-первых, он позволяет удалять нефтяную пленку толщиной до 5 мкм, в отличие от СО<sub>2</sub>-лазера, который удаляет пленку не меньше чем толщиной 10,6 мкм. Во-вторых, технология СО-лазера позволяет достичь стягивание нефтепродукта за следом луча, благодаря чему исчезает опасность разрыва пленки. Единственным минусом

данного лазера является то, что он нуждается в флюоресценции, что требует дополнительных временных затрат, препятствующих скорости ликвидации разливов нефти. Но при этом в свою очередь определение толщины пленки, посредством флюоресценции, дает возможность оптимизировать энергозатраты.

Наше исследование привело к выводу, что применение лазерной технологии, в отличие от традиционных методов, позволяет проводить полную очистку поверхности воды от тонких «радужных» пленок.

Развитие нефтяной отрасли в Арктике очень значимо для России. Поэтому с целью повышения уровня экологической безопасности проводят разного типа учения по ликвидации разливов нефти в Арктике. Так, например, «Газпром нефть» и «ЛУКОЙЛ» 28 марта 2017 года провели совместные учения по предотвращению аварийных нефтяных разливов в условиях «Арктика – 2017» в Архангельской области.

Подводя итоги нашего исследования, можно сказать, что добывать нефть в Арктике необходимо для развития России, но только с соблюдением тех недостатком арктического шельфа о которых мы говорили ранее. А с целью обеспечения более масштабного и рационального использования окружающей среды Арктики рекомендуется проводить следующие действия: создание аналитической базы данных, которая будет включать в себя всевозможные риски и их последствия; интеграция политики экологической безопасности во все сферы развития экономики региона; формирование экологических стандартов, которые должны четко регламентировать допустимые действия в Арктике; сотрудничество компаний и государства в сфере охраны окружающей среды Арктики; укрепление международного сотрудничества, а также разработка единых критериев правового регулирования охраны окружающей среды Арктики.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экологическая безопасность при освоении нефтегазовых месторождений на шельфе Карского моря : сборник научных трудов / А. П. Алхименко [и др.] // Санкт-Петербургский гос. ун-т, Северо-Западный НИИ культурного и природного наследия. – Санкт-Петербург : СПбГУ : Северо-Западный НИИ культурного и природного наследия, 2004. – 158 с.

2. Вильчек Г. Е. Экологические аспекты реализации крупных нефтегазовых проектов на континентальном шельфе / Г. Е. Вильчек. – Москва : Ин-т географии РАН, 2014. – 303 с.

3. Пат. 94027102 А1, Е02В15/04. Способ очистки водной поверхности от нефтепродукта / Баранов И. Я. ; заявка 94027102/15, 18.07.1994; опубл. 27.06.1996.

4. Консейсао А. А. Ликвидация аварийных разливов нефтепродуктов с поверхности почвы и воды / А. А. Консейсао. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007. – 209 с.



5. Маценко С. В. Ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов на море и внутренних акваториях / С. В. Маценко. – Новороссийск : МГА им. адм. Ф. Ф. Ушакова, 2009. – 78 с.

6. Овчинников Г. М. Руководство по ликвидации разливов нефти на морях, озерах и реках / Г. М. Овчинников. – Санкт-Петербург : ЗАЛ ЦНИИМФ, 2002. – 340 с.

7. Попов П. А. К проблеме безопасности добычи углеводородов в ледовых морях в условиях Арктики / П. А. Попов, А. В. Осипов // Технологии обеспечения комплексной безопасности, защиты населения и территорий от ЧС – проблемы, перспективы, инновации : XVI междунар. науч.-практ. конф. 17–19 мая 2011 г. – Москва : МЧС России, 2011. С. 63-67.

8. Ликвидация разливов нефти на арктическом шельфе / Стивен Поттер (Stephen Potter), Иан Бьюст (Ian Buist) [и др.] ; ред. Дебра Шольц (Debra Scholz) ; перевод на русский язык – компания ExxonMobil. – Shell Exploration and Production Services (RF) B.V., 2015. – С. 110-111.

9. Хасанов И. Ю. Современные технологии и технические средства защиты природных комплексов от отрицательного воздействия добычи и транспортировки нефти / И. Ю. Хасанов. – Уфа : Гилем, 2015. – 254 с.

**Автор:** Хасаншина А.А., студентка, [adelinka9800@mail.ru](mailto:adelinka9800@mail.ru)

**Научный руководитель:** Н.К. Мартыненко, д-р ист. наук, профессор. Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске.

**Аннотация:** В данной статье рассматривается проблема экологической безопасности при добыче углеводородного сырья в условиях Арктики. Проводится сравнительная характеристика известных на сегодня методов ликвидации разливов нефти: механического сбора, сжигания нефти на месте разлива, химического способа ликвидации с применением диспергентов. Отмечается, что их использование затруднено суровыми природными условиями Арктики. Анализируется метод уничтожения нефтяной пленки с использованием лазерного излучения различной спецификации содержания.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, сжигание нефти, методы ликвидации разливов нефти, диспергенты, флюоресцентное излучение.

#### **METHODS OF FIGHT AGAINST OIL SPILLS IN THE ARCTIC FOR THE PURPOSE OF PRESERVATION OF THE ECOLOGICAL ENVIRONMENT**

**Author:** Khasanshina A.A., student, [adelinka9800@mail.ru](mailto:adelinka9800@mail.ru)

**Research supervisor:** Martynenko N.K., the doctor of historical sciences, professor the Tyumen industrial university, the branch of Noyabrsk.

**Abstract:** In this article the problem of ecological safety at extraction of hydrocarbonic raw materials in the conditions of the Arctic is considered. The comparative characteristic of methods of elimination of oil spills known for today is carried out: mechanical collecting, combustion of oil on the place of a flood, a chemical way of elimination with application of dispersants. It is noted that their use is complicated by a severe environment of the Arctic. The method of destruction of an oil film with use of laser radiation of various specifics of contents is analyzed.

**Keywords:** ecological safety, combustion of oil, methods of elimination of oil spills, dispersants, fluorescent radiation.

## **ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ В МЕСТАХ, ОТДАЛЕННЫХ ОТ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

*Жунусалиев Ч.Ж., студент; Хисматуллин Д.Ю., ведущий инженер  
ОАО «Сургутнефтегаз»; Лаптева С.В., канд. пед. наук, доцент филиала  
Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске*

В нефтегазовых предприятиях (на примере ОАО «Сургутнефтегаз» и ПАО «Газпром нефть»), помимо стационарных площадочных объектов, имеется большое количество отдельно расположенных автоматизированных площадок, узлов, камер, контроль за параметрами которых осуществляется дистанционно через радиосигнал (GPRS–сеть), либо посредством физической линии связи. При проектировании энергоснабжения удаленных объектов, зачастую требующих небольшой установленной мощности, проблема энергоснабжения зачастую является критическим фактором.

Данная проблема ставит вопрос о поиске возможных источников электропитания отдельно расположенного оборудования для контроля параметров и передачи данных.

В поисках альтернативных источников для обеспечения электропитанием имеющегося оборудования был выполнен анализ существующих предложений, имеющих в свободном доступе. По всему разнообразию представленных решений был проведен анализ как преимуществ, так и их недостатков в применении к конкретным условиям на объектах ОАО «Сургутнефтегаз».

Проанализировав все имеющиеся источники электроэнергии, а также розу ветров Ханты–Мансийского автономного округа и среднемесячные осадки в зимний период, сделаны выводы о возможности применения комбинированных установок, использующих как энергию ветра с лопастями на вертикальной оси, так и энергию солнца, то есть автономные фотоветровые электростанции. В качестве конкретного примера рассмотрена фотоветровая электростанция из модельного ряда концерна «Энергокомплекс».

Применение указанного решения имеет следующие преимущества:

Работа электростанции полностью автоматизирована. Для ее эксплуатации не требуется обслуживающий персонал. Безотказно работает при температуре от  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Конструкция электростанции позволяет избегать налипания снега и обледенения и не требует настройки относительно ветра.

Модульная конструкция позволяет, при необходимости, увеличить мощность производимой электроэнергии, сократив на монтаж.

Данное решение применяется в ответственных секторах промышленности, в том числе на вышках сотовой связи.

Реализация решения, предложенного в статье, позволит обеспечить энергоснабжение систем автоматики удаленных объектов, что подтверждается техническими характеристиками и экономическим расчетом [1].

Расчеты будут считаться по одному объекту и будут отражать экономическую эффективность в применении линии электропередач в сравнении с фотоветровой электростанцией, которая вырабатывает 2кВт.

Стоимость предлагаемого устройства составляет 600 580,00 руб., стоимость действующей системы 879 034,66 руб. за 1 км.

Годовой экономический эффект определяется по формуле (1):

$$\text{ЭГ} = \left( \text{З}_\Pi - \text{З}_\text{Д} \frac{J_{\text{ЭТУ}_\Pi}}{J_{\text{ЭТУ}_\text{Д}}} + (\text{С}_{\text{ЭКСП}_\Pi} - \text{С}_{\text{ЭКСП}_\text{Д}}) \right) \cdot \text{А}_2 \quad (1)$$

где ЭГ – годовой экономический эффект от внедрения предлагаемого устройства;

З<sub>П</sub> – стоимость предлагаемого устройства;

З<sub>Д</sub> – стоимость имеющейся системы;

$\frac{J_{\text{ЭТУ}_2}}{J_{\text{ЭТУ}_1}}$  – отношение уровня конкурентоспособности собственного устройства к уровню конкурентоспособности аналога и равно 1,64;

СЭКСП<sub>П</sub>, СЭКСП<sub>Д</sub> – годовые эксплуатационные издержки потребителя при использовании предлагаемого устройства и имеющейся системы, соответственно;

А<sub>2</sub> – годовой объем выпуска предлагаемого устройства, в натуральных единицах, 1 комплект.

Расчет годового экономического эффекта представлен как:

$$\begin{aligned} \text{ЭГ} &= (600\,580,00 - 879\,034 \times 10 \times 1,64 \\ &+ (42\,060,686 - 705\,864,83)) \cdot 1 = -14\,479\,381,74. \end{aligned}$$

Расчет срока окупаемости затрат на разработку предлагаемого устройства производится по формуле (2)

$$T_{\text{ОК}} = \frac{K}{\text{ЭГ}}, \quad (2)$$

где К – единовременные капитальные затраты на разработку.

$$T_{\text{ОК}} = \frac{600\,580}{14\,479\,381,74} = 0,04 \text{ (года)}.$$

Фактический коэффициент экономической эффективности Е<sub>ф</sub> разработки нового устройства определяется по формуле (3):

$$E_{\text{Ф}} = \frac{\text{ЭГ}}{K} \quad (3)$$

$$E_{\Phi} = \frac{14\,479\,381,74}{600\,580,00} = 24,1$$

Разработка и внедрение научно-технического устройства считается эффективной рентабельной, если величина  $E_{\Phi}$  превышает нормативный показатель  $E_n = 0,319$ .

В нашем случае ( $E_{\Phi}=24,1$ ) коэффициент намного выше, чем 0,319. Проект эффективный и срок окупаемости составляет 2 недели.

Применение фотоветровой установки экономически оправдано по сравнению с монтажом линии электропередач.

На основании выполненного расчёта можно сделать вывод, что в данных условиях, при заявленном объёме внедряемой продукции, использование фотоветровой установки является рентабельным.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калачанов В. Д. Экономическая эффективность внедрения информационных технологий: учеб. пособие / В. Д. Калачанов. – Москва : Издательство МАИ, 2006. – 180 с.

**Автор:** Жунусалиев Ч.Ж., студент, [zhunusaliev\\_ch@mail.ru](mailto:zhunusaliev_ch@mail.ru)

**Научные руководители:** Хисматуллин Д.Ю., инженер ОАО «Сургутнефтегаз»; Лаптева С.В., кандидат педагогических наук, доцент, филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске.

**Аннотация:** В статье рассматривается проблема энергоснабжения систем автоматизации удаленных объектов нефтегазовых предприятий, сделаны выводы о возможности применения комбинированных установок, использующих как энергию ветра с лопастями на вертикальной оси, так и энергию солнца (автономные фотоветровые электростанции). Расчеты, приведенные авторами, позволят обеспечить энергоснабжение систем автоматики удаленных объектов нефтегазовых предприятий.

**Ключевые слова:** электроснабжение, дистанционный контроль, фотоветровая электростанция, экономическая эффективность, рентабельность.

## REMOTE STATUS MONITORING OF PROCESS EQUIPMENT PIPING IN LOCATIONS REMOTE FROM POWER SUPPLY SOURCES

**Author:** Junusaliev C. J., student, [zhunusaliev\\_ch@mail.ru](mailto:zhunusaliev_ch@mail.ru)

**Research supervisor:** Khismatullin D.Y., engineer of JVC “Surgutneftegas”; Lapteva, S.V., PhD, Associate Professor, branch of Tyumen Industrial University of Noyabrsk.

**Annotation:** The article deals with the problem of power supply of automation systems for remote objects of oil and gas enterprises, the conclusions are made about the possibility of using combined plants that use both wind power with blades on the vertical axis and solar energy (Autonomous photovoltaic power plants). The calculations given by the authors allow to provide power supply of automation systems of remote objects of oil and gas enterprises.

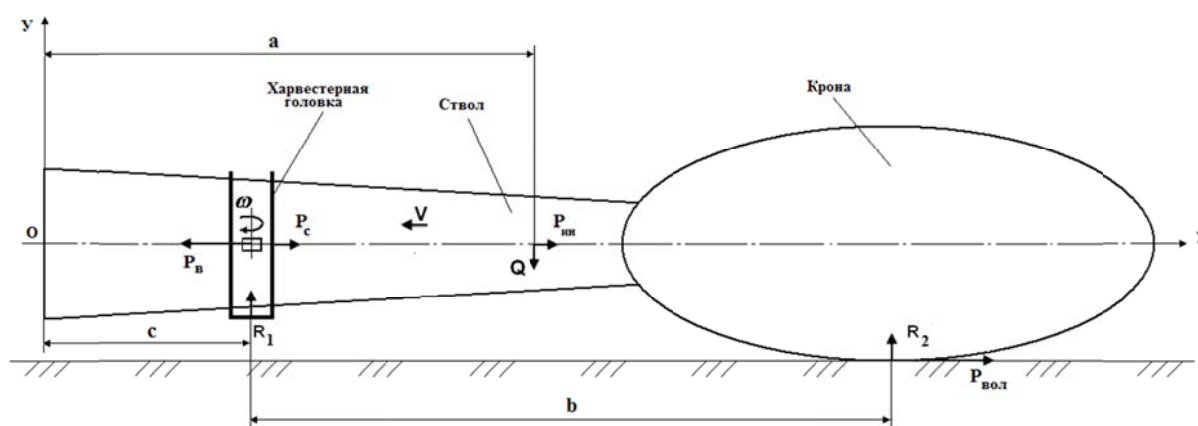
**Keywords:** power supply, remote control, photovoltaic power plant, economic efficiency, profitability.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ДЕРЕВА ПРИ ПРОТАСКИВАНИИ ЕГО ХАРВЕСТЕРНОЙ ГОЛОВКОЙ

*Курсов И.В., канд. техн. наук; Войнаш С.А., инженер по НТИ;  
Войнаш А.С., доцент; Маршалов Э.С., канд. техн. наук.  
Рубцовский индустриальный институт (филиал) Алтайского государственного  
технического университета им. И.И. Ползунова, г. Рубцовск*

Харвестерная головка производит протаскивание поваленного дерева для удаления сучьев и подготовки дерева к последующей раскряжевке на мерные участки заданной длины  $l$  (6, 4 и 2 м).

Протаскивание поваленного дерева производится вальцами харвестерной головки, реализующими усилие протяжки  $P_v$ . Пренебрегая углом наклона оси дерева к горизонту, изобразим схему протаскивания, рисунок 1.



$Q$  – вес дерева,  $P_{вол}$  – сила сопротивления волочению,  $P_c$  – сила сопротивления срезанию сучьев,  $R_1$  – нормальная реакция харвестерной головки,  $R_2$  – нормальная реакция грунта,  $\omega$  – угловая скорость вальцов харвестерной головки

Рисунок 1. Схема к анализу движения спиленного дерева при его протаскивании харвестерной головкой

Предварительный анализ показал, что можно выделить три этапа движения спиленного дерева: разгон I, установившееся движение II и торможение III (рисунок 2).

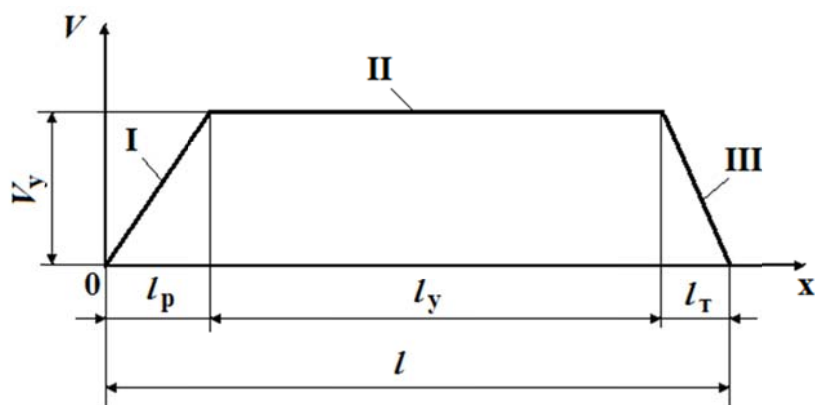


Рисунок 2. Этапы движения спиленного дерева при протаскивании

Максимальная скорость  $v_y$  дерева не может быть выше линейной скорости протяжки, установленной в технической характеристике харвестерной головки, т.е.  $v_y = 3,8 \dots 5,0$  м/с. Так как общая продолжительность протаскивания дерева не превышает 2 с, то можно принять, что продолжительности разгона и торможения  $t_p \approx t_T \approx 0,2 \dots 0,4$  с.

Для определения ускорения, с которым движется дерево на участке разгона, и длины участка разгона используем уравнения:

$$v_y = a_y \cdot t_y, \quad (1)$$

$$l_y = \frac{a_y \cdot t_y^2}{2}, \quad (2)$$

Воспользуемся уравнением [2, с.376] для неизменяемой системы, которая перемещается на величину  $l_1$  из некоторого начального положения, где кинетическая энергия равна  $T_0$ , в положение, где значение кинетической энергии становится равным  $T_1$ :

$$dT = \sum A_k^e, \quad (3)$$

или

$$T_1 - T_0 = \sum A_k^e, \quad (4)$$

где  $\sum A_k^e$  – сумма работ всех приложенных к системе внешних сил, совершаемых на перемещении системы.

Принимаем данную систему как твердое тело, движущееся поступательно. В момент страгивания дерева с места  $T_0 = 0$ , в момент достижения максимальной скорости протяжки  $v_1$  кинетическая энергия системы составляет:

$$T_1 = \frac{Q \cdot v_1^2}{2 \cdot g}, \quad (5)$$

где  $Q$  – вес протаскиваемого дерева,  
 $g$  – ускорение свободного падения.

Параметры дерева (диаметр на высоте груди и в плоскости срезания, масса, положение центра тяжести и др.), необходимые для расчета нагрузок на элементы механизмов головки в расчетных режимах работы, должны приниматься с учетом эксплуатационных показателей лесных массивов, см. например, [1, с.90].

Работу на перемещении  $x_i = l_1$  совершают усилие протяжки  $P_B$ , сила сопротивления срезанию сучьев  $P_C$ , сила сопротивления волочению  $P_{вол}$  и сила инерции  $P_{ин}$ :

$$\sum A_k^e = (P_B - P_C - P_{вол} - P_{ин}) \cdot l_1 \quad (6)$$

Уравнение (4) с учетом выражений (5) и (6) принимает вид:

$$\frac{Q \cdot v_1^2}{2 \cdot g} = (P_B - P_C - P_{вол} - P_{ин}) \cdot l_1 \quad (7)$$

Отсюда требуемое усилие протяжки, развиваемое вальцами, составляет:

$$P_B = \frac{Q \cdot v_1^2}{2 \cdot g \cdot l_1} + (P_C + P_{вол} + P_{ин}) \quad (8)$$

Силы, входящие в формулу (8), могут быть выражены следующим образом:

$$P_C = k_c \cdot Q \quad (9)$$

$$P_{вол} = k \cdot Q \cdot \varphi \quad (10)$$

$$P_{ин} = \frac{Q}{g} \cdot a_p \quad (11)$$

где  $k_c$  – коэффициент пропорциональности, можно принять  $k_c = 0,3 \dots 0,4$ ;

$k$  – коэффициент, характеризующий долю массы дерева, опирающейся на грунт при протаскивании харвестерной головкой, можно принять  $k = 0,3 \dots 0,6$  (большие значения в начале протаскивания);

$\varphi$  – коэффициент сопротивления волочению,  $\varphi = 0,4 \dots 0,6$  (большие значения для летних условий).

Из формул (8)...(11) следует:

$$P_B = Q \cdot \left[ \frac{v_1^2}{2 \cdot g \cdot l_1} + \left( k_c + k \cdot \varphi + \frac{a_p}{g} \right) \right] \quad (12)$$

Результаты расчетов по формуле (12) представлены на рисунке 3.

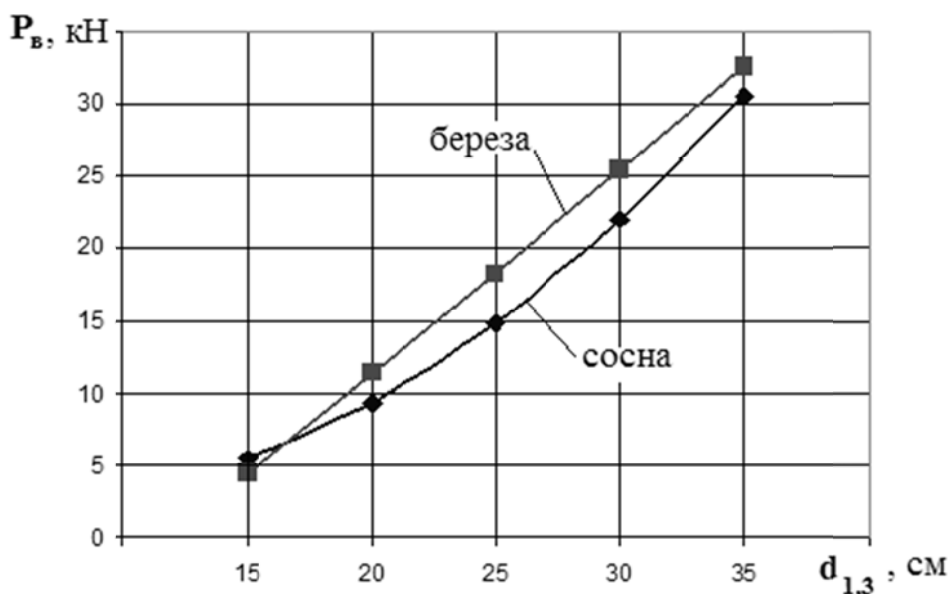


Рисунок 3. Зависимость усилия протяжки  $P_B$  от диаметра  $d_{1,3}$  на высоте груди для разных пород деревьев

Разработанная методика может быть использована при анализе существующих харвестерных головок.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перфилов М. А. Многооперационные лесосечные машины / М. А. Перфилов. – Москва : Лесная промышленность, 1974. – 208 с.
2. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики / С. М. Тарг. – Изд. 3-е, перераб. – Москва : Наука, 1964. – 478 с.

**Авторы:** И.В. Курсов, канд. техн. наук; С.А. Войнаш, инженер по НТИ кафедры НТС; А.С. Войнаш, доцент; Э.С. Маршалов, канд. техн. наук. Рубцовский промышленный институт (филиал) ФГБОУ ВО “Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова”, г. Рубцовск, Россия e-mail: [sergey\\_voi@mail.ru](mailto:sergey_voi@mail.ru)

**Аннотация:** Рассмотрено определение параметров движения дерева при помощи методов теоретической механики. Получено аналитическое выражение для усилия протяжки, реализуемого вальцами харвестерной головки. Построены графики зависимости усилия протяжки от диаметра на высоте груди для разных пород деревьев.

**Ключевые слова:** харвестерная головка, усилие протяжки, кинетическая энергия, скорость протяжки.

### DETERMINATION OF PARAMETERS OF THE MOVEMENT OF THE TREE AT DRAGGING BY HIS HARVESTING HEAD

**Authors:** I.V. Kursov, PhD (Engineering), Associate Professor; S.A. Voynash, engineer for scientific and technical information of the department «Land transport systems»; A.S. Voynash, Associate Professor; E.S. Marshalov, PhD (Engineering), Associate Professor. Rubtsovsk industrial Institute (branch) Polzunov Altai State Technical University, Rubtsovsk, Russia, e-mail: [sergey\\_voi@mail.ru](mailto:sergey_voi@mail.ru)



**Abstract:** The determination of the parameters of the tree using the methods of theoretical mechanics. Analytical expression for the effort of a broach realized by rollers of a harvester head is received. Schedules of dependence of effort of a broach on diameter at breast height for different breeds of trees are constructed.

**Key words:** harvester head, effort of a broach, kinetic energy, speed of broaching.

УДК 544.723

## УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ – МАТЕРИАЛ БУДУЩЕГО

*Иващенко Д.А., студент; Бабюк Г.Ф., старший преподаватель.  
Тюменский Индустриальный Университет, филиал в г. Нижневартовске*

Что такое углерод? Углерод – это химический элемент 14 группы, 2-го периода периодической системы химических элементов. Нам он более известен в виде угля (рис. 1.), блестящих бриллиантов на ювелирных изделиях (рис. 1.), а также графита в стержне карандаша.



Рисунок 1. Уголь и алмаз (бриллиант)

Также углерод входит в состав нефти и газа добываемых при бурении скважин. Но помимо этого углерод является одним из основных элементов в такой области науки как нанотехнологии.

Нанотехнология – это наука об изучении материалов в «нано» масштабе или масштабе отдельных атомов и молекул. Из углерода учёные создали такие наноматериалы как графен, аэрогель, аэрографит, и углеродные нанотрубки (рис. 2.). О последнем мы и поговорим, что это такое и чего в них особенного. [2]

Точную дату открытия нанотрубок учёные не знают, хотя известным является то, что строение многостенных нанотрубок наблюдал японский физик Сумио Иидзима в 1991 году. Углеродные нанотрубки или тубуляр-

ная наноструктура (нанотубулен) – это искусственно созданные в лабораторных условиях одно или многостенные полые цилиндрические структуры, получаемые из атомов углерода и обладающие исключительными механическими, электрофизическими и физическими свойствами [1].

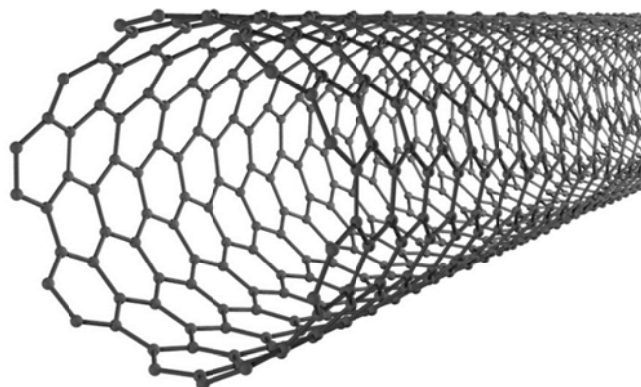


Рисунок 2. Углеродная нанотрубка

Прогресс в методологии синтезов УНТ шёл по пути снижения температуры синтеза. Созданная технология создания фуллеренов позволила заметить, что электродуговое испарение графитовых электродов одновременно с образованием фуллеренов образуются вытянутые структуры цилиндрической формы. Сумио Иидзима, применяя просвечивающий электронный микроскоп, первым обусловил эти структуры как нанотрубки. Методом высокотемпературного получения УНТ является электродуговой метод. Испарив на электрической дуге стержень из графита (анод), на электроде (катоде) образуется твердый нарост углерода (депозит) содержащий в мягкой сердцевине многослойные УНТ 15-20 нм в диаметре и более 1 мкм в длину.

Группы из Оксфорда и Швейцарии впервые наблюдали образование углеродных нанотрубок из сажи фуллерена при тепловом влиянии на сажу высокой температуры. Для получения разнообразных типов углеродных наноматериалов используется универсальная установка для электродугового синтеза не смотря на её металлоёмкость, и энергозатратность. Значимой проблемой при горении дуги является неравновесность процесса. В своё время методу лазерного испарения (абляции) лучом лазера пришёл электродуговой метод. Установка для абляции представляет из себя обычную печь с резистивным нагревом, дающую температуру 1200°C. В процессе абляции получить более высокие температуры, можно разместив в печи мишень из углерода, попеременно сканируя всю поверхность мишени направленным на неё лазерным лучом. Таким образом группа Смолли, пользуясь дорогостоящей установкой с короткоимпульсным лазером, по-

лучила в 1995 г. нанотрубки, «значительно упростив» технологию их синтеза.

Выход углеродных нанотрубок оставался недостаточным. Введя в графит небольшое количество добавок никеля и кобальта (по 0.5 ат.%) увеличился выход УНТ до 70-90%. Это является началом нового этапа в представлении об устройстве образования нанотрубок. Бесспорным стало то, что металл является катализатором роста. Благодаря этому возникли первые работы по получению нанотрубок низкотемпературным способом – способом каталитического пиролиза углеводородов (CVD – Chemical vapor deposition), где в качестве катализатора использовались частицы металла группы железа. Один из типов установки по получению нанотрубок и нановолокон CVD способом представляет собой реактор, в который подается инертный газ-носитель, уносящий катализатор и углеводород в зону высоких температур [3].

Электрофизические свойства углеродных нанотрубок находятся на этапе самого пристального изучения учёными сообществами всего мира. Проектируя нанотрубки в определённых геометрических соотношениях, можно придать им проводниковые или полупроводниковые свойства. Например, алмаз и графит являются углеродом, но вследствие разного молекулярного строения обладают различными, а в некоторых случаях противоположными свойствами. Такие нанотрубки называют металлическими или полупроводниковыми.

Нанотрубки, проводящие электрический ток даже при абсолютном нуле температур, являются металлическими. Нулевая проводимость электрического тока при абсолютном нуле, которая растёт с повышением температуры, указывает на признак полупроводниковой наноструктуры.

Основная классификация распределяется по способу сворачивания графитовой плоскости. Способ сворачивания определяется двумя числами: «M» и «N», которые задают направление сворачивания по векторам графитовой решётки. От геометрии сворачивания графитовой плоскости зависят свойства нанотрубки, например, угол скручивания напрямую влияет на их электрофизические свойства.

В зависимости от параметров (N, M) нанотрубки бывают: прямые (ахиральные), зубчатые («кресло»), зигзагообразные и спиральные (хиральные). Для расчёта и проектирования электропроводности используют формулу соотношений параметров:  $(n-m)/3$ .

Если число, получаемое при расчёте, целое это свидетельствует о проводимости нанотрубки металлического типа, а если дробное – полупроводниковой. Например, металлическими являются все трубки типа «кресло». Металлический тип углеродных нанотрубок проводит электрический ток при абсолютном нуле. Нанотубулены полупроводникового типа обладают нулевой проводимостью при абсолютном нуле, которая возрастает с повышением температуры.

Нанотрубки металлического типа проводимости могут пропускать приблизительно миллиард ампер на квадратный сантиметр. Медь, являясь одним из лучших металлических проводников, уступает нанотрубкам по этим показателям более чем в тысячу раз. При превышении предела проводимости происходит нагрев, который сопровождается плавлением материала и разрушением молекулярной решётки. С нанотубуленами при равных условиях этого не происходит. Это объясняется их очень высокой теплопроводностью, которая превышает показатели алмаза в два раза [2].

По показателям прочности нанотубулен превышает другие материалы. Он прочнее самых прочных сплавов стали в 5–10 раз (1,28–1,8 ТПа по модулю Юнга) и обладает упругостью в 100 тысяч раз выше чем каучук. Если сравнить показатели предела прочности, то они превышают аналогичные прочностные характеристики качественной стали в 20–22 раза!

УНТ являются очень многообещающим материалом они занимают широкую сферу применения. Это связано с тем, что они имеют молекулярную структуру в виде каркаса, позволяющую тем самым иметь свойства, отличающиеся от алмаза или графита. Именно благодаря своим отличительным чертам (прочность, проводимость, изгиб) углеродные нанотрубки применяются чаще, в сравнении с другими материалами.

Применяется это углеродные нанотрубки в электронике, оптике, в машиностроении и т.д. Также их используют как добавки к разным полимерам и композитам для увеличения прочности молекулярных соединений. Ведь всем известно, что молекулярная решётка углеродных соединений обладает невероятной прочностью, тем более в чистом виде.

Углеродные нанотрубки также используются в производстве конденсаторов и различного рода датчиков, анодов, которые применяются для изготовления батареек, в роли поглотителя электромагнитных волн. Широкое применение это углеродное соединение нашло в сфере изготовления телекоммуникационных сетей и жидкокристаллических дисплеев. Также нанотрубки используются в качестве усилителя каталитических свойств в производстве осветительных устройств. [4]

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сухно И. В. Углеродные нанотрубки : учеб. пособие. Часть 1. [Электронный ресурс] / И. В. Сухно, В. Ю. Бузько. – Краснодар : КубГУ, 2008. – 55 с. – Режим доступа: <http://nanocarbonics.com>.
2. Сверхсильная наука: исследование нанотехнологий с использованием бумаги [Электронный ресурс] // Scientific American. – Режим доступа: <https://www.scientificamerican.com>.
3. Углеродные нанотрубки [Электронный ресурс] // Википедия – свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D1%80>

%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5\_%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1%D0%BA%D0%B8.

4. Дьячков П. Н. Электронные свойства и применение нанотрубок 2-е издание (электронное) [Электронный ресурс] / П. Н. Дьячков. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 490 с. – Режим доступа: <http://docplayer.ru>.

**Автор:** Иващенко Д.А., студент, Ivashenkodanil78@gmail.com

**Научный руководитель:** Бабюк Г.Ф., старший преподаватель, galina.babyuk@mail.ru

**Аннотация:** Цель работы заключается в изучении углеродных нанотрубок и их свойств.

**Ключевые слова:** нанотехнологии, наноматериалы, углерод, углеродные нанотрубки.

#### **CARBON NANOTUBES – THE MATERIAL OF THE FUTURE**

**Author:** Ivaschenko D.A., student, Ivashenkodanil78@gmail.com

**Research supervisor:** Babyuk. G.F., Senior Lecturer.

**Annotation:** The aim of this work is to study carbon nanotubes and their properties.

**Key words:** Nanotechnologies, nanomaterials, carbon, carbon nanotubes.

УДК (532.533.98)

### **ИНИЦИИРОВАНИЕ РАДИКАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ В ОРГАНИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕ ГУМУСОВОГО ТИПА**

*Александров В.М., канд. геол.-минерал. наук, доцент  
Тюменский индустриальный университет*

Радикальные реакции (РР) очень широко развиты в природных резервуарах. Они многочисленны, протекают очень быстро и являются основным механизмом реализации нефтегазогенерационного потенциала отложений [3, 4]. Нефтегазоматеринские породы формируются очень быстро, а в оставшееся время либо седиментация не происходит, либо накопившиеся осадки постоянно денудировываются. Время формирования осадков на 3–4 порядка меньше периода погружения бассейна седиментации [1]. За короткое время должны быть преобразованы вмещающие породы, сформированы углеводороды и их залежи.

Согласно результатам исследований И.И. Нестерова [3, 4, 5, 6, 7], основной процесс преобразования органического вещества (ОВ) в углеводороды (УВ) является дробление молекул с длинными цепями атомов углерода и кольцевыми молекулами в более мелкие (Рис. 1).

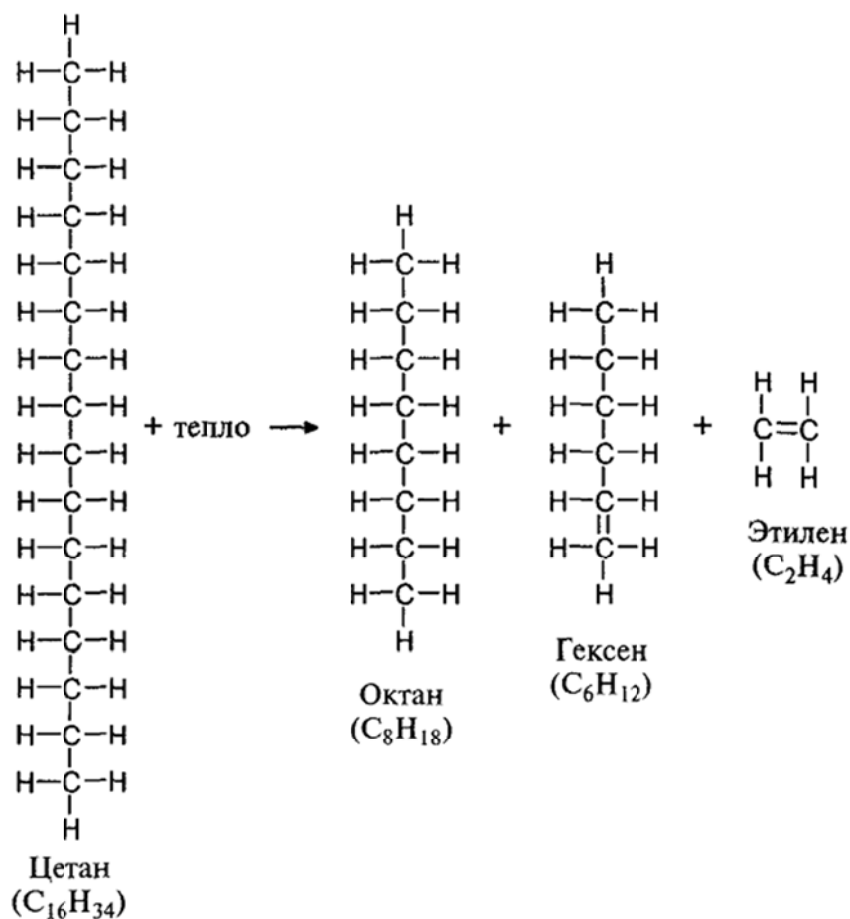


Рисунок 1. Крекинг молекул УВ (по W.L. Leffler [2])

Очевидно, что в таких молекулах прежде всего должны быть разорваны связи «С-С» и «С-Н». Для разрыва таких связей требуется энергия 50 - 60 ккал/моль. С учетом молекулярного веса ОВ это соответствует температурам не ниже 300-320 0С. Таких температур в седиментационных бассейнах на глубинах до 5-6 км никогда не было. Следовательно, температурный фактор является недостаточным для разрыва связей в органических молекулах и кроме температуры существует другой энергетический источник для разрыва связей в ОВ. Таким источником для этих процессов, по мнению И.И. Нестерова, является спиновая энергия ОВ – внутримолекулярная энергия, связанная с нарушением электронного обмена вокруг смежных ядер углерода.

Внутренняя энергия ОВ в виде наличия неспаренных электронов вокруг ядер углерода в природных процессах реализуется: 1) при седиментационном погружении бассейнов седиментации за счет уплотнения осадочных горных пород (при уплотнении пород и горизонтальном скольжении микрочастиц пород и ОВ (трении друг с другом)); 2) при тектонических процессах в результате субгоризонтальных микросдвиговых перемещений (при изменении напряженного состояния пород). В обоих случаях возникают условия для появления электромагнитных полей и потоков электро-

нов, которые при наличии свободного радикала Н взаимодействуют с неспаренными электронами углерода ОВ в радикалах типа СН, СН<sub>2</sub> и СН<sub>3</sub> и перемещают их на нейтральную орбиту в приложенном внешнем электромагнитном поле с выделением энергии, достаточной для разрыва связей в алифатических цепях и формирования УВ.

Для изучения этих процессов в лаборатории «Импульсно-пучковых, электроразрядных и плазменных технологий» («ТПУ», исполнители – Мартемьянов С.М., Бухаркин А.А., Коряшов И.А. и др.) были проведены исследования по облучению керогенов углистых сланцев потоками электронов при низких значениях напряженности электромагнитного поля (50 В/см), соответствующих природным условиям.

Главной задачей при этом воздействии является следующее – используя электромагнитное поле, «возбудить» электроны и заставить их перейти на новый уровень. Чтобы такой переход произошел, напряженность приложенного электромагнитного поля должна иметь определенное значение – такое, чтобы разность энергий между двумя уровнями электрона точно соответствовала энергии электромагнитного кванта. Вполне естественно, что чем выше напряженность электромагнитного поля, тем больше плотность возникающих потоков электронов и больше вероятность совершения переходов такого рода.

Эксперименты проводились на лабораторной установке в условиях, приближенных к пластовым. В качестве изучаемых пород были выбраны угли месторождения Хуадань (КНР). Электромагнитное поле вводилось в исследуемую породу посредством стержневых электродов. В исследуемом образце сверлились отверстия под электроды и термопары. В качестве электродов использовались два стальных стержня диаметром 6 мм с межэлектродным расстоянием 50 см, углубленных в образец на ≈ 30 мм.

Забетонированный образец с электродами размещался внутри герметичной камеры на диэлектрической подставке. Бетонный каркас с стеклополимерной арматурой моделирует пластовые условия (давление более 70 МПа). Так как армирующие элементы-прутья были выполнены из диэлектрика, то не было сильного искажения наведенного электромагнитного поля. Перед исследованием из камеры с помощью вакуумного насоса был откачен воздух, а затем компрессором нагнетался азот до давления 0,49 МПа. К электродам подводилась электроэнергия от внешнего источника. Динамика распределения теплового поля измерялась с помощью термопары в центре межэлектродного расстояния на линии перпендикулярной к оси «создаваемого» потока электронов. Подаваемое напряжение поднималось от 0 до пробоя (фиксируется по резкому возрастанию тока) со скоростью ~ 0,5 кВ/мин. Затраты электроэнергии фиксировал электросчетчик, объем газа - газовый расходомер. Характеристика электрофизического воздействия на исследуемую породу приведена в таблице 1.

## Характеристика электрофизического воздействия

Продолжительность	110 часов
Напряжение U	переменное (синусоидальное) с частотой 50 Гц
Диапазон изменения U	ступенчато до пробоя ( $\approx 3,2$ кВ)
Сопротивление образца	560 Ом*см

Энергия, передаваемая породе электромагнитным полем и потоком электронов, идет на развитие радикальных реакций, нагрев образца и теплоотвод. В течение эксперимента под действием переменного электрического поля в сланце выделяется тепло за счет диэлектрических и резистивных потерь. В связи высоким электросопротивлением породы «эффективное» протекание тока через нее маловероятно. Поэтому тепло непосредственно в объеме образца выделялось в небольшом количестве и нагрев образца не превысил  $180^{\circ}\text{C}$  (Рис. 2), что соответствует природным условиям и ниже температуры термодеструкции органического вещества. Кроме того, тепловая энергия распространяется медленно вследствие низкой теплопроводности угля. Следовательно, потери тепла на рассеивание в окружающее пространство также невелики.

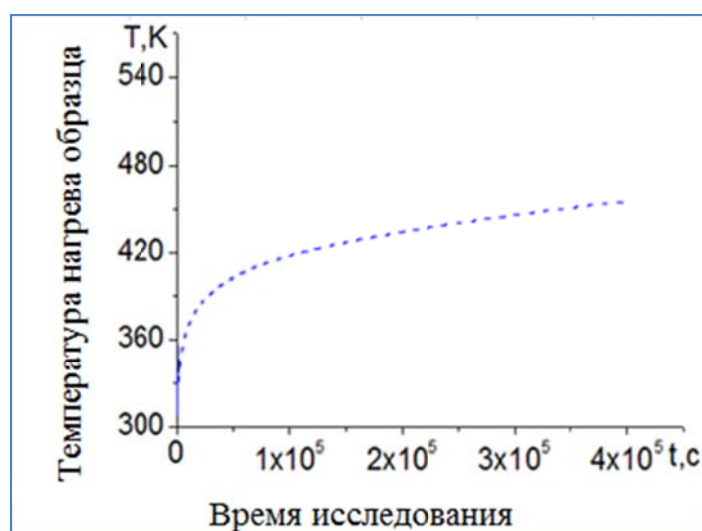


Рисунок 2. Временная характеристика нагрева образца

Таким образом, основная часть приложенной энергии электромагнитного поля и потока электронов ушла на развитие РР и образование УВ. На основании термогравиметрического анализа было установлено, что из 1 кг угля можно получить  $\sim 140$  г «смолы» и столько же газа. Состав газа анализировался с помощью газового хроматографа с тремя колонками. Образцы полученной «смолы» были изучены с помощью хроматомас-, ИК- и ЯМР-спектроскопии. Молярная масса газа «реакционного» газа равна  $\sim 15$  г/моль (таблица 2), отсюда получаем плотность при нормальном давлении  $700$  г/м<sup>3</sup>, тогда объем 140 г газа равен  $0,2$  м<sup>3</sup>. Средняя удельная теп-



лота сгорания такого газа составляет  $\sim 13600 \text{ кДж/м}^3$ . Следовательно, полученный объем газа будет иметь теплотворную способность 2720 кДж. Жидкая фаза представляет нефтеподобную смесь алифатических и ароматических УВ-соединений ( $C_{13} - C_{23}$ ). Интегральное соотношение  $НAr$  к  $НАлк$  составляет 1:10. В небольшом количестве присутствуют спирты, фенолы, производные карбоновых кислот.

Таблица 2

Компонентный состав полученной газовой фазы

Компонент	Содержание, %	Теплотворная способность, МДж/м <sup>3</sup>
H <sub>2</sub>	55,0	10,79
CO	19,0	12,64
CO <sub>2</sub>	10,0	0
CH <sub>4</sub>	11,0	35,88
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	4,0	64,36
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,0	93,18
Σ	100	13,6

Удельная теплота сгорания «смолы» составляет  $\sim 30\ 000 \text{ кДж/кг}$ . Для полученных 140 г «смолы» теплотворная способность составит 4200 кДж. Получаем суммарную теплотворную способность генерированных в ходе протекания радикальных реакций соединений 6 800 кДж, что превышает энергозатраты в 9,7 раза.

*Выводы:*

1) Из углей при развитии радикальных реакций можно получить новое топливо с высокой теплотворной способностью (для полученных «смол» –  $4,2 \text{ МДж/м}^3$ , газа –  $13,6 \text{ МДж/м}^3$ ). Это почти на порядок выше, чем в углях и нефти;

2) Низкотемпературный крекинг ОВ, парафинов, асфальтенов и смол в электромагнитном поле – будущее энергетики;

3) Инициирование радикальных реакций зависят от напряженности электромагнитного поля и интенсивности потока электронов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кукал З. Скорость геологических процессов : монография : [пер. с чешск.] / З. Кукал. – Москва : Мир, 1987. – 246 с.

2. Леффлер У. Л. Переработка нефти [пер. с англ.] / У. Л. Леффлер. – Изд. 2-е, пересмотр. – Москва : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004. – 224 с.

3. Нестеров И. И. Теория нефтегазоаккумуляции / И. И. Нестеров, В. И. Шпильман. – Москва : Недра, 1987. – 232 с.

4. Нестеров И. И. Искусственное формирование залежей нефти и газа / И. И. Нестеров // Вестник РАН. – 1994. – Т. 64. – № 2. – С. 115-122.

5. Нестеров И. И. Нефть черных сланцев / И. И. Нестеров // Известия ВУЗов. Нефть и газ. – 1997. – № 5. – С. 46-52.

6. Нестеров И. И. Фундаментальные основы формирования залежей нефти и природных газов, их поисков, разведки и разработки / И. И. Нестеров // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 4. – С. 425-433.

7. Нефтегазоносность глинистых пород Западной Сибири / И. И. Нестеров, И. Н. Ушатинский, [и др.]. – Москва : Недра, 1987. – 256 с.

**Автор:** Александров В.М., канд. геол.-минерал. наук, доцент, Тюменский индустриальный университет.

**Аннотация:** В лабораторных условиях проведены исследования по инициированию радикальных реакций в природных органических соединениях гумусового типа. Показано, что при низких значениях напряженности электромагнитного поля идет развитие радикальных реакций. При преобразовании гумусового ОВ формируются жидкие и газообразные УВ.

**Ключевые слова:** органическое вещество, нефтегазообразование, радикальные реакции, электромагнитное поле, потоки электронов, спиновая энергия, неспаренные электроны.

#### INITIATION OF RADICAL REACTIONS IN ORGANIC SUBSTANCE OF HUMUS TYPE

**Author:** Aleksandrov V.M., Ph. D., Assistant Professor of Industrial University of Tyumen, [alexandrov\\_v@aotandem.ru](mailto:alexandrov_v@aotandem.ru)

**Annotation:** Under laboratory conditions, studies have been carried out to initiate radical reactions in natural organic compounds of the humus type. It is shown that at low values of electromagnetic field strength, radical reactions develop. In the transformation of humic OM, liquid and gaseous hydrocarbons are formed.

**Keywords:** organic matter, oil and gas formation, radical reactions, electromagnetic field, electron fluxes, spin energy, unpaired electrons.

УДК (681.5)

#### АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА – ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

*Трунов А. В., магистрант, Золотов А.Д., канд. техн. наук, доцент.  
Государственный университет имени Шакарима города Семей*

Повышение производительности труда, увеличение качества выпускаемой продукции в пищевой, радиоэлектронной, тяжелой и химической промышленности связано и в том числе с соблюдением микроклимата производственных предприятий, основное состояние которого зависит от технологических и эксплуатационных режимов работы инженерных систем теплоснабжения и кондиционирования воздуха.

Нестабильность микроклимата в производственных помещениях зависят в первую очередь от нестабильностью поддержания оптимальных

параметров, заданных ГОСТами [1,2], что приводит как к значительным расходам электроэнергии, так, следовательно, и повышению себестоимости продукции. В целом по стране на теплоснабжение и вентиляцию промышленных предприятий расходуется около тридцати процентов энергетических ресурсов.

Правильная эксплуатация инженерных систем теплоснабжения и кондиционирования воздуха, обеспечивающих комфортные условия труда увеличивает производительность труда в различных промышленных производствах на 25–30% [3].

Для обеспечения эффективной работы СКВ необходимо: определить статические характеристики при различных режимах работы СКВ, как элемента формирования задания в контуре регулирования, и обосновать значения динамических характеристик системы автоматического регулирования (САР); определить показатели оптимальных настроек САР и разработать на основе этого систему адаптивного регулирования.

Разработка математической модели СКВ с учетом заданного критерия оптимальности позволит решить задачу оптимального управления движением воздушных потоков, выбрать регулирующее устройство, алгоритм работы которого будет максимально учитывать свойства объекта управления. При этом закон регулирования можно представить в виде функции состояния объекта. Следовательно, решение задачи оптимального управления сведется к решению задачи идентификации оптимизируемого объекта управления.

Структуру системы автоматического регулирования, структурную схему, передаточную функцию, численные значения объекта управления и регуляторов определяем на основании результатов решения задачи оптимального управления.

Данный подход является наиболее оптимальным при проектировании адаптивных систем управления, отвечающие заданным параметрам качества.

На этапе проектирования системы сложно выбрать единый критерий управления, так как инженерные системы кондиционирования и теплоснабжения являются многокритериальными задачами. Поэтому система управления должна адаптивно реагировать на изменяющиеся условия и корректировать настроечные параметры, меняя критерий управления во время эксплуатации.

Стабильное функционирование системы кондиционирования воздуха (СКВ), качество регулирования параметров воздуха, сокращение расходов на эксплуатацию, а также период окупаемости климатического и вентиляционного оборудования в первую очередь зависят от алгоритмов работы и правильного подбора технических средств автоматизации. Помимо этого, автоматика, выполняет диагностику системы кондиционирования и ее защитные функции, что предотвращает неисправности в дорогостоящем оборудовании.

Как правило, наибольшие сложности при управлении технологическими процессами возникают в том случае, когда параметры регулирования ограничены многомерной областью. Как раз так и выглядят исходные требования к системе кондиционирования воздуха при представлении их в виде термодинамических моделей. В алгоритмах системы управления СКВ должны быть заложены: порядок перемещения и изменения параметров воздуха в этой самой многомерной области. То есть алгоритм должен осуществлять переход начального множества параметров (воздух вне помещения) в выходное множество параметров (воздух внутри помещения). К тому же этот процесс должен протекать оптимальным путем. Только таким образом возможно минимизировать эксплуатационные расходы, то есть в зимнем режиме воздух, который поступает в помещение, должен находиться на уровне минимально допустимой энтальпии, а в летнем режиме – максимально допустимой энтальпии. Именно эти условия влияют на выбор оборудования, технических средств автоматизации и способа стабилизации технологических параметров системы кондиционирования воздуха.

В инженерных системах кондиционирования и теплоснабжения отклонения температуры воздуха от заданных значений, должны устраняться за небольшое количество времени. При медленных изменениях тепловых нагрузок (при изменениях температуры наружного воздуха, солнечного нагрева строительных ограждений и т. п.) системы регулирования должны реагировать на возмущающие значения, поэтому анализ вопросов регулирования систем теплоснабжения и кондиционирования при медленных изменениях тепловых нагрузок не имеет практического значения.

Одним из основных и необходимых условий жизнедеятельности является контроль показателей температуры, влажности и скорости движения воздуха, а изменение одного из параметров влечет за собой изменение других, в связи с этим необходимо использование показателя, который бы позволял учитывать такую взаимосвязь [3]. С этой целью создана регрессионная модель, основанная на математической модели системы управления и введен показатель коэффициента связности, который позволяет управлять как температурой, так и влажностью в помещении, то есть является комплексным коэффициентом, отражающим взаимосвязанную систему управления.

При составлении уравнения теплового баланса считаем, что по всему объему происходит хорошее перемешивание воздуха и в уравнение подставляем средние значения входящих величин.

С целью создания комфортных условий была разработана система автоматизированного управления вентиляционным комплексом, основным элементом системы является микроконтроллер с аналогово-цифровым преобразователем, с помощью которого анализируются показания датчиков температуры и влажности, которые затем формируют управляющие сигналы на электроприводы вентилятора и заслонок, установленные на входе отдельных помещений.

Разработан алгоритм работы системы, по которому написана программа в программном пакете LabVIEW.

При оптимальном значении коэффициента связности, соответствующим наиболее комфортным условиям труда [1], система, управляя устройствами вентиляционного комплекса, автоматически стабилизирует данные параметры в пределах 5 минут.

Использование данной системы управления позволяет в зависимости от времени года, изменяя значения коэффициента связности поддерживать санитарно-гигиенические нормы в помещении в пределах заданного времени, что способствует не только здоровью работающих, повышению производительности труда и экономии электроэнергии.

Разработанный программный продукт может использоваться в качестве диспетчерского пульта автоматизированного управления и контроля качества воздушной среды помещения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях : ГОСТ 30494-96. – введ. 1999-03-01. Москва : Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999. – 15 с.

2. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям [Электронный ресурс] : СанПиН 2.1.2.1002-00 : утв. Гл. гос. санитар. врачом Рос. Федерации - Первым замест. Мин-ра здравоохранения Рос. Федерации Г. Г. Онищенко 15.12.2000 г. : введ. 1 июля 2001 г. – 11 с. // Библиотека нормативной документации. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/data1/9/9079/>.

3. Беккер А. Системы вентиляции / А. Беккер. – Москва : Техносфера, Евроклимат, 2005. – 232 с.

**Автор:** Трунов А.В., магистрант, [trunuv@mail.ru](mailto:trunuv@mail.ru)

**Научный руководитель:** Золотов А.Д., канд. техн. наук, доцент, Государственный университет имени Шакарима города Семей (Казахстан).

**Аннотация:** В статье представлено описание разработанной системы автоматизированного управления кондиционирования воздуха в производственном помещении с использованием коэффициента, учитывающего основные параметры настройки данной системы для стабилизации микроклимата помещений согласно санитарно-гигиеническим нормам.

**Ключевые слова:** система кондиционирования воздуха, микроконтроллер, автоматизированная система управления.

### AUTOMATION OF THE AIR CONDITIONING SYSTEM IS ONE OF THE FACTORS OF INCREASING LABOR PRODUCTIVITY

**Author:** Trunov A.V., graduate student, [trunuv@mail.ru](mailto:trunuv@mail.ru)

**Research supervisor:** Zolotov A.D., PhD, Associate Professor. Shakarim State University of Semey.

**Abstract:** The article describes the developed system of automated control of air conditioning in a production room using a coefficient that takes into account the basic settings of this system for stabilizing the microclimate of premises in accordance with sanitary and hygienic standards.

**Key words:** air conditioning system, microcontroller, automated control system.

УДК 621.4

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОТДАЧИ ОТ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ К ПОВЕРХНОСТИ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЯ

*Надырова А.Р., докторант PhD; Умыржан Т.Н., студент;  
Степанова О.А., канд. техн. наук, доцент; Ермоленко М.В.,  
канд. техн. наук, Золотов А.Д., канд. техн. наук, доцент.*

*Государственный университет имени Шакарима г. Семей, Казахстан*

Воздухоподогреватели котельных агрегатов служат для подогрева воздуха, поступающего в топочную камеру для поддержания процесса горения, и относятся к хвостовым поверхностям нагрева, так как подогрев осуществляется уходящими дымовыми газами. Таким образом, в результате снижения температуры отработавших уходящих газов происходит увеличение коэффициента полезного действия котельного агрегата и снижение теплового загрязнения атмосферы.

По принципу действия воздухоподогреватели подразделяют на два типа:

- рекуперативные;
- регенеративные.

В рекуперативных воздухоподогревателях теплота от дымовых газов (горячий теплоноситель) передается нагреваемому воздуху (холодный теплоноситель) через разделяющую их стенку, теплота передается постоянно, т.е. такой воздухоподогреватель является теплообменным аппаратом непрерывного действия. В регенеративном воздухоподогревателе теплота передается с помощью специального устройства – насадки, которая периодически нагревается дымовыми газами, а затем охлаждается, передавая тепло воздуху, такой воздухоподогреватель относится к теплообменным аппаратам периодического действия. При соответствующей организации процесса в воздухоподогревателе можно передать от 7 до 15 % теплоты топлива, полученной в результате его сгорания.

В основе передачи теплоты в воздухоподогревателе лежит конвективный теплообмен, который описывается законом Ньютона – Рихмана:

$$Q = \alpha F |T_c - T_{ж}|, \quad (1)$$

где  $Q$  – мощность передаваемого теплового потока, Вт;

$\alpha$  – коэффициент теплоотдачи Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$F$  – поверхность теплообмена, м<sup>2</sup>;

$T_c$  – температура стенки, К;

$T_{ж}$  – температура жидкости, К.

В действительности уравнение (1) верно для малого участка поверхности теплообмена  $dF$ :

$$\delta Q = \alpha dF |t_c - t_{ж}|. \quad (2)$$

Величина коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  показывает интенсивность конвективного теплообмена и зависит от большого количества различных величин, которые можно между собой сгруппировать в четыре группы факторов:

- природа возникновения движения;
- режим движения;
- теплофизические свойства теплоносителя;
- форма, размеры и состояние поверхности теплообмена.

Поэтому определение коэффициента теплоотдачи довольно сложная задача. Величину данного коэффициента можно определить либо экспериментально, либо при помощи критериальных уравнений [2, с.145]

Целью исследования было определение коэффициента теплоотдачи от дымовых уходящих газов к поверхности трубки воздухоподогревателя водогрейного котла КВ-Т-116,3-150, работающего на каменном угле марки «Д» разреза Каражыра Восточно-Казахстанской области.

Движение дымовых газов осуществляется внутри трубок воздухоподогревателя (ВЗП). Конструктивные размеры и характеристики воздухоподогревателя представлены в таблице 1. Расположение труб шахматное.

Таблица 1

Наименование величин	Обозначение	Единица измерения	Значение
Наружный диаметр труб	D	м	0,04
Внутренний диаметр труб	d	м	0,037
Число труб в ряду (поперек движения воздуха)	n	шт.	103
Число рядов труб по ходу воздуха	z	шт.	38
Поперечный шаг труб	S1	м	0,06
Продольный шаг труб	S2	м	0,042
Относительный поперечный шаг	L1	-	1,5
Относительный продольный шаг	L2	-	1,05
Характер омывания труб газами	-	-	продольное
Характер омывания труб воздухом	-	-	поперечное

Характерным размером для расчета теплообмена принят внутренний диаметр трубы  $d$ . Расчетные характеристики дымовых газов представлены

в таблице 2 для минимальной и максимальной производительности котельного агрегата [1,с.95].

Таблица 2

Величины	Производительность, Гкал/ч	
	64	100
температура дымовых газов $t$ , °C	262,3	272,65
скорость $w$ , м/с	10	12
плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	0,667	0,653
коэффициент кинематической вязкости $\nu$ , м <sup>2</sup> /с	40,87·10 <sup>-6</sup>	42,251·10 <sup>-6</sup>
число Прандтля $Pr$	0,657	0,655
коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м·К)	4,52·10 <sup>-2</sup>	4,61·10 <sup>-2</sup>

Расход дымовых газов  $G$ , кг/с определяли из уравнения сплошности потока [2,с.115]:

$$G = \rho w \cdot \left( \frac{\pi d^2}{4} \right). \quad (3)$$

Расход при минимальной производительности составил 0,007 кг/с, а при максимальной – 0,008 кг/с.

Для определения режима движения был рассчитан критерий Рейнольдса  $Re$  [2,с.85]

$$Re = \frac{4G}{\pi \rho d \nu}. \quad (4)$$

Для минимальной и максимальной производительностей значения Рейнольдса соответственно 8840 и 9983. Следовательно, режим движения переходный. Поэтому для расчета критерия Нуссельта  $Nu$  было использовано критериальное уравнение вида [2,с.85]:

$$Nu = 0,008 Re^{0,9} Pr^{0,43}. \quad (5)$$

Коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  был определен из выражения критерия Нуссельта:

$$Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}. \quad (6)$$

Критерий Нуссельта при минимальной производительности равен 23,79, а при максимальной – 26,51. Соответственно, коэффициенты теплоотдачи при минимальной и максимальной производительности равны 29,06 и 33,08 Вт/(м<sup>2</sup>·К).



Полученные значения коэффициентов теплоотдачи в дальнейшем будут использованы для определения коэффициента теплопередачи от дымовых газов к нагреваемому воздуху.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусев Ю. Л. Основы проектирования котельных установок : учеб. пособие / Ю. Л. Гусев. – 2-е изд. – Москва : Стройиздат, 1973. – 248 с.
2. Исаченко В. П. Теплопередача / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. – Москва : Энергоиздат, 1981. – 416 с.

**Авторы:** Надырова А.Р., докторант PhD, Умыржан Т.Н., студент, Степанова О.А., канд. техн. наук, доцент, Ермоленко М.В., канд. техн. наук, Золотов А.Д., канд. техн. наук, доцент, timirlan-95@mail.ru, Государственный университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан.

**Аннотация:** Работа посвящена исследованию процесса теплообмена между уходящими дымовыми газами и поверхностью воздухоподогревателя котельного агрегата с целью определения коэффициента теплоотдачи при минимальной и максимальной производительности при работе на каменном угле марки «Д».

**Ключевые слова:** теплообмен, коэффициент теплоотдачи, воздухоподогреватели.

### TO THE QUESTION OF CALCULATION OF ECONOMIZERS

**Authors:** Nadyrova A.R., doctoral student PhD; Umyrzhhan T.N., student; Stepanova O.A., PhD, Associate Professor; Ermolenko M.V., PhD; Zolotov A.D., PhD, Associate Professor, timirlan-95@mail.ru. State University of Shakarim, Semey, Kazakhstan.

**Abstract:** The work is devoted to the study of the heat exchange process between the outgoing flue gases and the surface of the air heater of the boiler unit in order to determine the heat transfer coefficient at the minimum and maximum productivity when working on a coal of the grade “D”.

**Key words:** heat exchange, heat transfer coefficient, air heaters.

УДК 622.323

## ПЕННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ

*Михалёв В.В., студент; Лукьянов Д.Р., студент;  
Шевнина Т.Е., канд. физ.-мат. наук, доцент.*

*Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске*

На сегодняшний день эффективность извлечения нефти из нефтеносных пластов считается неудовлетворительной, в виду того что 55–75% от первоначальных геологических запасов остаются в недрах.

Снижение коэффициента извлечения нефти вызвано рядом факторов: обводненностью пластов, изменением структурного состава нефти под

воздействием закачиваемой воды, интенсификацией выделения асфальто-смоло-парафиновых отложений, вследствие снижения пластовой температуры, кольматацией призабойной зоны пласта.

В такой ситуации актуальной является задача применения научно-обоснованного подхода к выбору наиболее эффективных технологий разработки месторождений, которые позволят увеличить нефтеотдачу пластов, из которых невозможно извлечь остаточную нефть традиционными методами.

Таблица 1

Классификация методов увеличения нефтеотдачи

<p>Гидродинамические методы: изменение направления фильтрационных потоков; вовлечение в разработку недренируемых запасов; нестационарное (циклическое) заводнение; форсированный отбор жидкости.</p>	<p>Тепловые методы: паротепловое воздействие на пласт; внутрипластовое горение; вытеснение нефти горячей водой; пароциклические обработки скважин.</p>
<p>Газовые методы: закачка воздуха в пласт; воздействие на пласт углеводородным газом; воздействие на пласт двуокисью углерода (с применением газовой пены); воздействие на пласт азотом, дымовыми газами и др.</p>	<p>Физические методы: гидроразрыв пласта; горизонтальные скважины; волновое воздействие на пласт (вибросейсмическое, электромагнитное, акустическое).</p>
<p>Микробиологическое воздействие</p> <p>Физико-химические методы: вытеснение нефти водными растворами ПАВ (включая пенные системы); вытеснение нефти растворами полимеров; вытеснение нефти щелочными растворами; вытеснение нефти кислотами; мицеллярно-полимерное заводнение; вытеснение нефти растворителями.</p>	

Важно заметить, что для использования того или иного метода на каком-либо определённом месторождении, необходимо учесть уникальные свойства коллектора, а также экономическую выгоду использования дополнительных технологий [1].

Существующие методы разработки месторождений, используемые в настоящее время, недостаточно эффективны и отличаются высокой стоимостью работ. На территории Российской Федерации увеличение коэффициента извлечения нефти для различных методов повышения нефтеотдачи, составляет: для тепловых методов 15–30%, для газовых методов 5–15%, для физико-химических методов 25–35%, для физических методов 9–12%, для гидродинамических методов 7–15%.

Как очевидно, наиболее эффективны, на сегодняшний день – физико-химические методы.

Большинство нефтяных месторождений в России разрабатывают заводнением, при котором посредством сети нагнетательных скважин происходит закачивание воды в пласт-коллектор. Причины неполного извлечения нефти при заводнении:

- из-за молекулярно-поверхностных явлений на поверхности породы всегда остается пленка нефти, не поддающаяся вытеснению водой.
- ввиду геолого-физической неоднородности, залежь не полностью охвачена заводнением.

Таблица 2

Краткая характеристика физико-химических методов

метод	сущность метода	недостатки
вытеснение нефти кислотами	Технология состоит в закачке в пласт оторочки кислот (серной или соляной). Снижается межфазное натяжение, усиливающее отмывающий эффект нефти с частичным ее растворением.	Многочисленное использование соляной кислоты приводит к увеличению высокопроницаемых зон пласта (каверн, трещин), что способствует вторжению подошвенных вод в продуктивную часть залежи.
вытеснение нефти растворами полимеров	Добавление в воду высокомолекулярного полимера повышает вязкость воды и, следовательно, улучшает соотношение подвижностей нефти и воды и за счёт этого повышается КИН.	При температурах выше 70°C, коэффициенте проницаемости пласта менее 0,1 мкм <sup>2</sup> , повышенной солёности происходит химическое и механическое разрушение молекул полимеров и исчезает эффект загущения воды. Полимеры являются дефицитными и дорогостоящими продуктами.
мицеллярно-полимерное заводнение	Комплексное воздействие на нефтяной пласт путём закачки мицеллярных растворов для устранения капиллярных сил в заводнённых пластах и вытеснение остаточной нефти.	Сложность технологии и большая потребность в химических реагентах, в том числе дорогостоящих.
вытеснение нефти растворителями	В пласте создаётся оторочка растворителя, которая затем проталкивается другим более дешёвым агентом. Движущаяся оторочка растворяет нефть и полностью вымывает её из пористой среды. Оставшийся в пласте растворитель можно извлечь нагнетанием вытесняющего агента.	Успешность процесса зависит от состава нефти, а также насыщенности порового пространства различными фазами. При большой водонасыщенности и наличии свободного газа в нефтяной части пласта, происходит существенное понижение эффективности процесса.

вытеснение нефти щелочными растворами	При контакте щелочных растворов с нефтью, вследствие низкого межфазного натяжения, образуются мелкодисперсные эмульсии типа "нефть в воде", обладающие высокими нефтевытесняющими свойствами.	Эффективность метода зависит от состава нефти. Снижение эффективности при малом индексе кислотности пластовой нефти (отношение содержания гидроокиси калия к массе нефти менее 0,5 мг/г).
заводнение растворами ПАВ	Под действием водного раствора ПАВ, происходит вытеснение нефти из пласта. При этом снижается поверхностное натяжение между нефтью и водой и увеличивается краевой угол смачивания.	Слабая биоразлагаемость неионогенных ПАВ (35-40%), способствует повышению негативного влияния на окружающую среду. Высокая чувствительность к качеству воды.

Ряд теоретических и лабораторных исследований выявил перспективность использования пен в качестве рабочего агента с целью вытеснения нефти из пористой среды. Эта перспектива определяется следующими факторами:

Применение пены кратно снижает расход дорогих химреагентов и позволяет использовать доступные.

Происходит увеличение охвата залежи из-за высокой кажущейся вязкости фильтрующейся пены.

Вследствие уменьшения количества используемых химреагентов уменьшается негативное влияние на окружающую среду.

Уменьшение износа подземного оборудования за счёт снижения химической агрессивности используемого рабочего агента.

Возможна более простая схема обустройства промысла из-за меньшего количества требуемого оборудования.

Опытно-промышленными испытаниями было установлено, что закачка пенных систем в призабойную зону пласта даёт хорошие результаты в случаях когда: 1) вскрытая толщина продуктивных пластов в скважине характеризуется высокой неоднородностью по проницаемости, т.е. присутствуют как высокопроницаемые, так и малопроницаемые пласты и пропластки; 2) скважина расположена в зоне активного воздействия воды, закачиваемой в нагнетательные скважины.

Поведение пены в пористых средах достаточно сложное вследствие протекающих физико-химических процессов: смачивание твёрдой поверхности, адсорбция поверхностно-активных веществ и других компонентов пены на коагулирующих веществах и поверхности породы, эмульгирование частиц и капелек коагулирующих веществ, их солюбилизация (коллоидное растворение) и удержание оторванных частиц. При выборе пенообразующих ПАВ необходимо уделить внимание такому фактору как их способность образовывать устойчивую пену в пластовых условиях.

Современные технологии подразделяются на два технологических вида в зависимости от механизма генерирования пены: 1) устьевые схемы с использованием бустера, аэратора и насосных агрегатов; 2) смешение химических компонентов на забое скважины с последующей продавкой в пласт.

Таким образом, применение пены имеет ряд преимуществ по сравнению с другими физико-химическими методами.

К сожалению, можно выделить два фактора, которые не позволяют применять более дешёвые, но не менее эффективные технологии добычи остаточной нефти [2]:

Проектные организации заинтересованы в завышении стоимости работ, ими предлагается сложное и дорогое обустройство и эксплуатация промысла и применяемые технологии.

Иностранные компании предлагают эффективные, но дорогие способы добычи остаточной нефти (взамен налоговых льгот).

Таким образом, в сложившейся экономической и политической ситуации возникла необходимость создания собственных рентабельных технологий извлечения остаточных запасов нефти, развиваемых в рамках программы импортозамещения.

#### **Выводы:**

Применение пенных систем приводит к повышению эффективности базовой технологии.

Отказ от агрессивных методов воздействия на пласт в пользу более щадящих, влечет за собой увеличение жизненного цикла месторождения и повышение дебита.

При добыче нефти следует учитывать не только получение кратковременной выгоды. Особое внимание следует уделять качественному освоению месторождения, а также снижению негативного воздействия на экологическую обстановку.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Рузин, Л. М. Методы повышения нефтеотдачи пластов (теория и практика) [Текст] : учеб.пособие / Л. М. Рузин, О. А. Морозюк. – Ухта : УГТУ, 2014. – 127 с.

2. Маслин А. И. Высокотехнологичное нефтепромысловое оборудование / А. И. Маслин, А. С. Новиков, Д. Ю. Сериков // Сфера. Нефть и газ. – 2018. – №1(63). – С.30-35.

**Авторы:** Михалёв В.В., студент, [97-vladislav@mail.ru](mailto:97-vladislav@mail.ru); Лукьянов Д.Р., студент, [den\\_lukyanov\\_2019@bk.ru](mailto:den_lukyanov_2019@bk.ru)

**Научный руководитель:** Шевнина Т.Е., канд. физ.-мат. наук, доцент, филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске, [shevfizika@mail.ru](mailto:shevfizika@mail.ru)

**Аннотация:** Главной проблемой нефтегазовой отрасли является повышение нефтеотдачи пластов, находящихся в поздней стадии разработки. Наиболее эффективными из существующих технологий добычи нефти являются физико-химические методы. Применение пенных систем имеет ряд преимуществ по сравнению с другими физико-химическими методами: приводит к повышению эффективности базовой технологии, а также кратно снижает расход дорогих химреагентов и позволяет использовать доступные.

**Ключевые слова:** пена, методы повышения нефтеотдачи, коэффициент извлечения нефти, поверхностно-активные вещества, поверхностное натяжение.

## FOAM SYSTEMS AS THE TOOL OF INCREASING OIL RECOVERY OF THE LAYERS

**Authors:** Mikhalev V.V., student, [97-vladislav@mail.ru](mailto:97-vladislav@mail.ru); Lukianov D.R., student, [den\\_lukyanov\\_2019@bk.ru](mailto:den_lukyanov_2019@bk.ru)

**Research supervisor:** Shevnina T.E., candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor, branch of Tyumen Industrial University in Noiabrsk, [shevfizika@mail.ru](mailto:shevfizika@mail.ru)

**Abstract:** The main problem of the oil and gas industry is the increase of oil recovery of the layers, which are in the late stage of development. The most effective of existing technologies for oil production are physicochemical methods. The using of foam systems has a number of advantages over other physical and chemical methods: leads to increasing of basic technologies efficiency and allows using all affordable.

**Key words:** foam, oil recovery, methods of oil recovery, oil recovery ratio, surface active agents, surface tension.

УДК (004.032.26)

## ОПТИЧЕСКИЕ ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В СИСТЕМАХ СПЕКТРАЛЬНОГО УПЛОТНЕНИЯ ВОЛС

*Коновалов Р.А., аспирант; Логачев В.Г., д-р техн. наук, доцент.  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень*

Искусственные нейронные сети (ИНС) открывают доступ к новейшим областям вычислительных операций, предлагающих современные подходы к анализу и оптимизации сложносоставных и проблемно реализуемых задач. Изначально данные сети были разработаны для решения задач синтеза и анализа широкого спектра образных представлений объектов. На текущее время ИНС имеют место применения в следующих научных областях: идентификация и диагностика образных представлений и профильных образов, обработка данных с искажением и шумовыми эффектами (фильтрация), операционное сжатие данных, ассоциативный подбор, управление сложносоставными комплексными процессами, создание математических моделей многокомпонентных процессов и многие другие [2, 49]. В данной статье предложен подход к решению определенного круга

задач для волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), а в частности, для систем спектрального уплотнения оптических каналов в частотном диапазоне (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM).

Искусственным сегментарным нейроном (ИСН) называется простейший процессорный вычислитель, который используется в структурных узлах ИНС. С учетом факторов, формирующих условия передачи сигналов по оптическим каналам ВОЛС математическое описание ИСН можно представить в виде следующего выражения:

$$y = f_{\gamma}(s) = \beta f_{\gamma} \sum_{i=1}^n (w_i \gamma_i x_i + w_0 \gamma_0) \quad (1)$$

где  $y$  – выходной сигнал ИСН,  $f_{\gamma}(s)$  – функция блока выхода ИСН с учетом влияющего фактора хроматической дисперсии  $\gamma$ ,  $\beta$  – коэффициент прозрачности 1-го окна оптического волокна,  $w_i$  – весовой синаптический коэффициент (вес  $i$ -го входа),  $x_i$  –  $i$ -й входной сигнал,  $\gamma_i$  – значение хроматической дисперсии на  $i$ -ом оптическом частотном интервале,  $w_0$  – начальное возбуждение или смещение нейрона,  $\gamma_0$  – начальное ненулевое значение хроматической дисперсии,  $i = \overline{1, n}$  – нумерация функциональных входов ИСН и  $n$  – число функциональных входов. Равенству (1) может быть поставлена в соответствие структурированная схема ИСН, которая представлена на рисунке 1:

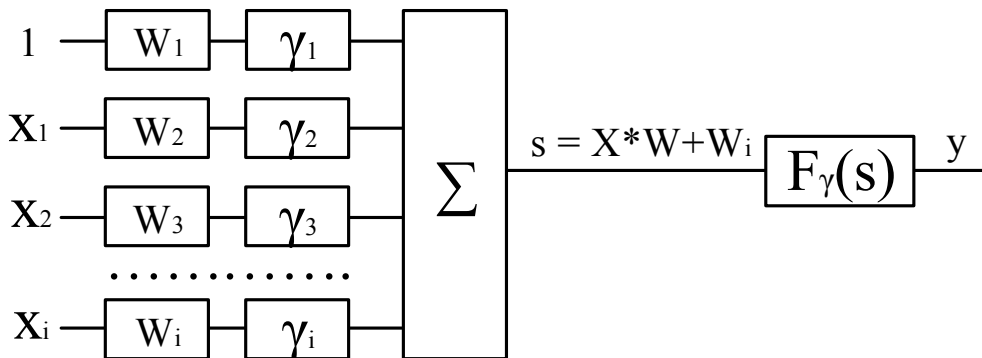


Рисунок 1. Модель ИСН с учетом факторов ВОЛС

Согласно рисунку 1, структурированная схема ИСН включает  $n$  блоков умножения функциональных входов на весовые коэффициенты  $w_i$ , один адаптивный четный сумматор и блок выходов функционального преобразования. Функция, которую реализует блок выходов, получила название активационной функции возбуждения. При этом весовые коэффициенты  $w_i$  называются синаптическими. Данные коэффициенты выступают в роли аналогов весов ИСН биологического происхождения. При этом если

величина  $W_i$  будет отрицательной, то считается, что  $i$ -ю связь является «тормозящей», если положительным – «возбуждающей».

В общем случае процесс функционирования ИСН определяется в следующем. Перед началом операций на функциональный блок счетного сумматора подается сигнал с начальным смещением возбуждения  $W_0$ . При этом на каждый  $i$ -й вход ИСН подаются входные сигналы  $X_i$  либо от других ИСН, либо с вводного устройства. Каждый  $i$ -й сигнал входа  $X_i$  умножается на синаптический коэффициент  $W_i$ . В функциональном блоке счетного сумматора входные сигналы с учетом весов и изначально заданная величина возбуждения  $W_0$  складываются математически. Результат в виде взвешенной суммы  $S$  подается на функциональный блок преобразования  $f(S)$ . Тогда на выходе начального каскада ИСН осуществляется скалярное векторное произведение весовых коэффициентов  $W$  и входных сигналов  $X$ :  $S = W \cdot X$ . В следующем каскаде реализуется функция возбуждения, представление которой может отличаться для разных слоев ИНС [1, 68, 69]. В данном случае с условием изменения значения хроматической дисперсии по тригонометрическому закону используется тангенциальная активационная функция:

$$f_{\gamma}(S) = \frac{e^{\alpha\gamma S} - e^{-\alpha\gamma S}}{e^{\alpha\gamma S} + e^{-\alpha\gamma S}} \quad (2)$$

где  $\alpha$  – коэффициент преломления потока для оптического тракта.

Таким образом, ИСН можно рассматривать как вычислитель с ограничениями специальной системы команд (в базисе ИНС).

Применяя тангенциальную активационную функцию, получим нейронную сеть с обратными связями, которая представлена на рисунке 2:

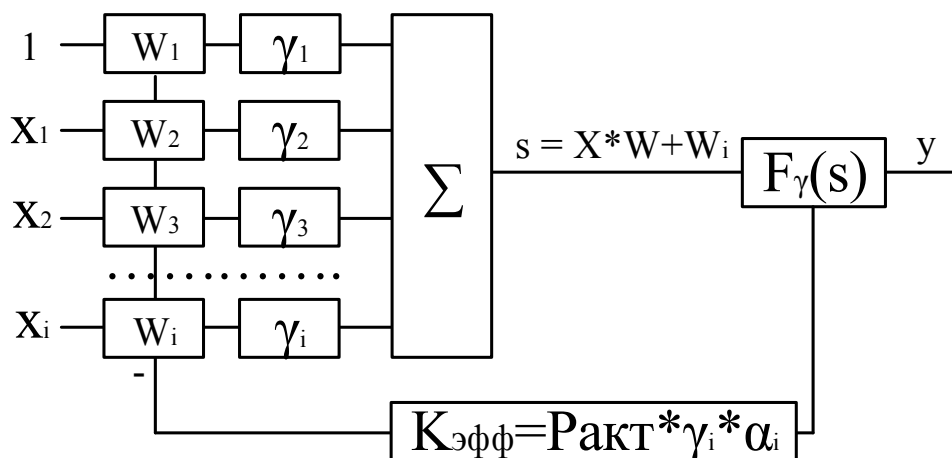


Рисунок 2. Модель искусственного нейрона с обратными связями



При этом  $K_{\text{эфф}}$  – коэффициент качества передачи информации по оптическому тракту,  $P_{\text{акт}}$  – активная мощность задающего усилительного элемента оптической системы со спектральным уплотнением.

Согласно рисунку 2 информация с последующих связей ИСН передается на предыдущие функциональные связи. Введение каскада обратной связи (ОС) в ИСН, расширяет его функциональные возможности, так как при этом учитывается один из главных факторов – активная мощность, на основании анализа значений данного фактора происходит коррекция входных воздействий с целью оптимизации процесса получения корректных выходных данных. ОС могут охватывать как отдельные функциональные уровни, так и несколько уровней и даже всю ИНС в целом. По своему составу вышеописанная модель нейрона представляет собой аналоговую сеть. Ее суть заключается в том, что она может оперировать с произвольными сигналами в отличие от второй разновидности – бинарных сетей, которые могут производить операции только с двоичными числами и их комбинациями. Также данная модель относится к асинхронному виду ИНС, в которой в каждый момент времени изменяется собственное состояние у целой группы слоев нейрона.

Для полученной модели ИНС можно применять метод обучения, который применяется для обучения типовой однослойной ИНС – персептрона. Тогда, с учетом увеличения числа нейронов, алгоритм обучения ИНС можно описать следующим образом:

Пусть образ, выбранный для идентификации, описывается выборкой  $\bar{X} = (x_1, x_2)$ . Если полагать, что  $S = \bar{X} \cdot W > 0$ , то идентифицируемый образ будет принадлежать к первому рангу, при этом  $(\bar{X} = w_1)$  – точка, находящаяся выше уровня разделяющей геометрической прямой. В случае  $s < 0$  идентифицируемый образ будет относиться ко второму рангу, при этом  $(\bar{X} = w_2)$  – точка, находящаяся ниже уровня разделяющей геометрической прямой. При  $s = 0$  решение может быть принято в случайном порядке (точка находится на уровне геометрической прямой).

Рассмотрим задачу обратного принципа: существует обучающая выборка данных, представляющая собой множество идентифицируемых образов с заранее известной принадлежностью к определенному рангу. Необходимо вычислить весовые коэффициенты таким образом, чтобы образы первого ранга отделялись от второго. В геометрической интерпретации необходимо определить линию, которая разделяет образы двух рангов. Для этого можно использовать классический алгоритм обучения многослойного персептрона, описание которого представлено ниже [3, 133, 134]:

Всем весовым коэффициентам ИНС присваиваются случайные значения малой величины (для исключения мгновенного входа ИНС в состояние насыщения);

На функциональный вход ИНС подается вектор входных данных  $X$  и вычисляется смещение  $s = X_t \cdot W_t$ ;

Подстройка значений синаптических коэффициентов производится по следующим законам: если  $X(t) \in w_1$  и  $s = X(t) \cdot W(t) \leq 0$ , то  $W(t+1) = W(t) + \alpha \cdot X(t)$  при  $0 < \alpha \leq 1$ , иначе если  $X(t) \in w_2$  и  $s = X(t) \cdot W(t) > 0$ , то  $W(t+1) = W(t) - \alpha \cdot X(t)$  при  $0 < \alpha \leq 1$ ;

В случае несовпадения результатов текущей итерации с результатами предыдущей итерации пункты 2 и 3 повторяют до достижения совпадения искомых результатов.

Вышеописанный алгоритм использует метод обучения с «учителем», где непосредственно учитель осуществляет подачу на функциональные входы ИНС образ входных данных и присваивает его принадлежность к определенному рангу. Обучающая выборка данных состоит из  $k$  векторов входных данных  $X_p$ ,  $p = \overline{1, k}$ , для каждого из которых требуется указать вектор выходных данных  $Y_p$ . Компоненты вектора входных данных определяются непрерывным числовым диапазоном, компоненты вектора выходных данных являются логическими (0,1). Данный подход при соответствующей шифровке образов данных позволяет распознавать образы со сложной структурой данных и получить достоверные данные, в какой момент времени при увеличении активной мощности появляются «паразитные сигналы» в рабочем частотном спектральном диапазоне, с целью дальнейшей коррекции главных факторов, влияющих на качество передачи данных в системах спектрального уплотнения оптических каналов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коновалов, Р. А. Исследование модели поведения ЧВС в межканальном интервале ВОЛС с помощью теории нечетких множеств / Р. А. Коновалов, Х. Н. Музипов; гл. ред. Г. С. Абрамов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – Москва : ОАО «ВНИИОЭНГ», 2015. – Вып. №3. – 130 с.
2. Воронин, В. Г. Основы нелинейной волоконной оптики / В. Г. Воронин, О. Е. Наний. – Москва : Университетская книга, 2011. – 128 с.
3. Гвоздик, А. А. Решение нечетких уравнений / А. А. Гвоздик. – Москва : РАН. Техническая кибернетика, 2009. – 245 с.

**Автор:** Коновалов Р.А., аспирант, rkonovalov@mail.ru

**Научный руководитель:** Логачев В.Г., д-р техн. наук, доцент, Тюменский индустриальный университет.

**Аннотация:** В данной работе представлено применение модифицированного варианта искусственных нейронных сетей для систем спектрального уплотнения оптических каналов. Показана взаимосвязь между ключевыми факторами волоконно-оптического тракта и функциональными слоями нейронной сети. Сделан сравнительный анализ поведения модели нейронной сети с применением обучающей выборки ряда факторов, влияющих на качество передачи оптических сигналов.

**Ключевые слова:** спектральное уплотнение, базис, нейрон, слой, активационная функция, синаптическая связь, сумматор.

## OPTICAL ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN SYSTEMS OF SPECTRAL COMPACTION OF FIBER-OPTIC COMMUNICATION LINES

**Author:** Konovalov R. A., graduate student, rkonvalov@mail.ru

**Research supervisor:** Logachev V. G., PhD, Associate Professor of Industrial University of Tyumen.

**Abstract:** In this work application of the modified option of artificial neural networks for the systems of spectral consolidation of optical channels is presented. The interrelation between key factors of a fiber-optical path and functional layers of neural network is shown. The comparative analysis of behavior of model of neural network with application of the training selection of a number of the factors influencing quality of transfer of optical signals is made.

**Key words:** spectral consolidation, basis, neuron, layer, activation function, synoptic communication, adder.

УДК 532.529

## ВОЛНОВОЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕРФОРАЦИИ НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЫ

*Шаехмурзина И.С., магистр, Хусаинов И.Г., д-р физ.-мат. наук, профессор  
Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета*

После того, как прикрепляют ствол скважины обсадной колонной и цементируют затрубное пространство нужно вскрыть пласт перфорацией. От качества вскрытия пласта зависит правильность оценки продуктивности скважин, а также отдача продуктивных пластов и увеличение срока эффективного использования скважин [1].

В работе для оценки качества перфорации предлагается использовать цуг волн. По построенной математической модели выполнен вычислительный эксперимент и оценка влияния длины перфорационных каналов на амплитуду отраженных участка перфорации волн.

Рассмотрим скважину, которая имеет перфорированный участок и окружена проницаемой пористой средой. Положим, что перфорационные каналы на поверхности скважины имеют равномерное расположение с плотностью  $n$  на единицу площади, каналы имеют одинаковые длину  $l$  и радиус  $b$ .

Цуг волн запускается с некоторой высоты  $H$  от перфорированного участка. Волн распространяется по жидкости и доходит до границы перфорированного участка. После этого она частично проходит через границу, частично отражается. Отраженная часть волны возвращается в точку запуска. По отраженной волне можно оценить качество перфорации скважины.

Математическая модель включает уравнение состояния жидкости

$$p = C^2 \rho, \quad (1)$$

где  $C$  – скорость звука в жидкости,  $p, \rho$  – возмущения давления и плотности жидкости соответственно.

Длина волновых возмущений  $\lambda$  значительно меньше длины перфорированного участка  $L$  и больше радиуса скважины  $a$ .

В сечении скважины, где имеется граница раздела участков с непроницаемыми (первая зона) и перфорированными (вторая зона) стенками, акустические свойства системы изменяются скачкообразно. Ось  $z$  расположена параллельно оси скважины. Граница раздела находится в сечении с координатой  $z = 0$ .

В первой зоне возмущение давления и скорость жидкости описываются уравнениям импульсов и неразрывности [2]

$$\rho_0 \frac{\partial w}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial z} = -\frac{2\tau}{a}, \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho_0 \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad (2)$$

где  $\tau$  – вязкое напряжение на поверхности стенки скважины.

Для перфорированного участка скважины уравнения импульса и неразрывности записываются в виде

$$\rho_0 \frac{\partial w}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho_0 \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{2n\pi b^2}{a} \rho_0 u. \quad (3)$$

Здесь  $u$  – скорость течения жидкости из скважины в каналы перфорации. Правая часть уравнения неразрывности описывает процесс оттока жидкости из скважины в окружающую среду через перфорационные каналы.

Для получения скорости оттока жидкости из скважины  $u$  используем уравнение сохранения массы жидкости внутри перфорационного канала [3, 4]:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = \frac{\rho_0}{l} u - 2 \frac{\rho_0}{b} v. \quad (4)$$

Поле давления в пористой среде описывается с помощью уравнения пьезопроводности:

$$\frac{\partial p'}{\partial t} = \chi \frac{1}{r'} \frac{\partial}{\partial r'} \left( r' \frac{\partial p'}{\partial r'} \right), \quad \left( \chi = \frac{kC^2 \rho_0}{\mu m} \right), \quad (5)$$

где  $p'$  – давление жидкости вокруг канала;  $m$ ,  $k$  – коэффициенты пористости и проницаемости;  $\mu$  – вязкость жидкости;  $\chi$  – коэффициент пьезопроводности;  $r'$  – радиальная координата.

Скорость фильтрации жидкости из перфорационных каналов в окружающую пористую среду определяется законом Дарси

$$v' = -\frac{k}{\mu} \frac{\partial p'}{\partial r'}, \quad (6)$$

где  $v'$  – скорость фильтрации жидкости вокруг перфорационного канала.

На границе  $r' = b$  для уравнений (5), (6) выполняется условие непрерывности скорости и давления:

$$v' = v, \quad p' = p, \quad (r' = b). \quad (7)$$

Второе граничное условие для уравнения пьезопроводности запишем с учетом того, что глубина проникания волн давления  $r'_\omega$  меньше среднего расстояния между соседними перфорационными каналами  $r'_*$ , и, следовательно, фильтрационные потоки жидкости из двух соседних перфорационных каналов слабо взаимодействуют между собой [5]

$$\frac{\partial p'}{\partial r'} = 0, \quad (r' = r_*). \quad (8)$$

С использованием данной модели в работе выполнен вычислительный эксперимент по оценке качества перфорации скважины с помощью цуга волн. Исследована зависимость амплитуды отраженной волны от длины перфорационного канала.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григорян Н. Г. Вскрытие нефтегазовых пластов стреляющими перфораторами / Н. Г. Григорян. – Москва : Недра, 1982. – 263 с.
2. Хусаинов И. Г. Отражение акустических волн в цилиндрическом канале от перфорированного участка / И. Г. Хусаинов // Прикладная математика и механика. – 2013. – Т. 77. – №3. – С. 441-451.
3. Шагапов В. Ш. О возможности определения качества перфорации скважины локальным акустическим зондированием / В. Ш. Шагапов, И. Г. Хусаинов, А. А. Ишмухаметова // Прикладная механика и техническая физика. – 2009. – Т. 50. – №1. – С. 52-57.

4. Шагапов В. Ш. К теории акустического зондирования перфорированной скважины / В. Ш. Шагапов, И. Г. Хусаинов, А. А. Ишмухаметова // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2007. – № 6. – С. 42-48.

5. Хусаинов И. Г. Оценка качества перфорации скважины акустическим методом [Электронный ресурс] / И. Г. Хусаинов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №5. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/119-14505>.

**Автор:** Шаехмурзина И.С., магистр, [kig10@mail.ru](mailto:kig10@mail.ru)

**Научный руководитель:** Хусаинов И.Г., д-р физ.-мат. наук, профессор, Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета.

**Аннотация:** Для оценки качества перфорации скважины использован цуг волн. Выполнен вычислительный эксперимент, исследована зависимость амплитуды отраженной волны от длины перфорационного канала.

**Ключевые слова:** математическая модель, скважина, волна, пористая среда, жидкость.

#### WAVE METHOD OF ESTIMATION OF QUALITY OF PERFORATION OF OIL WELL

**Author:** Shaехmyrzina I.S., magistr, [kig10@mail.ru](mailto:kig10@mail.ru)

**Research supervisor:** Khusainov I.G., PhD of Physical and Mathematical Sciences, professor Sterlitamak branch Bashkir State University.

**Abstract:** A wave train was used to assess the quality of the hole's perforation. A computational experiment is performed, the dependence of the amplitude of the reflected wave on the length of the perforation channel is investigated.

**Key words:** mathematical model, a chink, a wave, the porous environment, a liquid.

УДК (004.451)

#### ЦИФРОВИЗАЦИЯ И НЕФТЕГАЗОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

*Горбунов А.А., студент; Спасибов В.М., д-р техн. наук, профессор.  
Тюменский индустриальный университет*

В начале XXI века мир вступил в новый этап технологического развития. Подтверждением единого технократического порыва мирового масштаба служат такие явления в разных промышленно развитых странах, как «Индустрия 4.0» в Германии, «Общество 5.0» в Японии, «Industrial Internet» в США, «Madein China 2025» в Китае. При этом все стратегии объединяет одно: трансформация производства в цифровое, объединение цифровых производств в единой экономической среде [1]. Свершится ли промышленная революция в России, приведёт ли это к изменению в традиционно консервативных отраслях, таких как нефтегазовая?

Цифровые технологии. Под этим термином принято понимать сразу несколько взаимосвязанных областей.

Аддитивное производство (высокоточная печать), 3D-съемка.

Моделирование. Наиболее перспективно, на наш взгляд, для применения в производстве, IT, бизнес-процессах, управлении проектами, логистике, транспорте. Достоинство имитационного моделирования – возможность поиска оптимальных управляющих параметров технологического процесса не на самих объектах, а на их имитационных моделях – цифровых копиях.

Датчики и контроллеры. Датчики – недорогие, компактные, интеллектуальные, надёжные... Для понимания перспектив и тенденций развития, достаточно к каждой из вышеперечисленных характеристик добавить приставку «всё более...», а также преобразование аналоговых датчиков в цифровые и беспроводные. Обозначим свое видение – в перспективе понятие контроллер исчезнет, так как все его функции будут выполнять виртуальные облачные сервисы и «датчики-сенсоры» с «умными» регуляторами, которые будут являться неотъемлемой частью самого объекта.

Роботы, беспилотники, дополненная реальность. Промышленные страны-лидеры имеют по триста – четыреста роботов на 10 000 человек (Южная Корея – аж 630). У России – всего два. Соответственно, при сохранении существующих тенденций, наша высокотехнологичная продукция будет уступать и в качестве, и в себестоимости.

Беспилотные летающие аппараты с элементами дополненной реальности позволяют соотносить происходящую реальность с трехмерной моделью объекта по изображению.

Подключение, связь, виртуальное присутствие. «Каждый актив, каждая единица оборудования, каждый сотрудник должны находиться на связи постоянно в режиме реального времени. Повсеместное использование мобильных устройств и виртуальное присутствие на удаленных объектах» – таковы концептуальные требования по организации инфраструктуры связи при трансформации любого производства в цифровое [2].

Big Data (Большие данные). По прогнозам аналитиков, к 2022 г. количество подключенных через интернет датчиков во всем мире достигнет одного триллиона. Принимать, обрабатывать, хранить всю передаваемую ими информацию будет невозможно, поэтому потребуются специальные механизмы мгновенного анализа больших массивов данных для выявления моделей и закономерностей.

Cloud Storage (Облако). Облачные технологии – это технологии хранения и обработки данных на многочисленных распределенных в сети серверах, ресурсы которых предоставляются пользователю в виде онлайн-сервисов. Важной возможностью облачных сервисов, применительно к задачам цифровых производств, является репозитарный принцип работы с цифровыми объектами, при котором любые изменения эталонного объекта в «облаке» автоматически транслируются на все его копии. В «облаке», в

сфере автоматизации, может обрабатываться любая информация, а на виртуальных платформах «крутиться» системы с большим количеством однотипных, но распределённых объектов.

Кибербезопасность. Уязвимость, несомненно, является «Ахиллесовой пятой» всех цифровых технологий. Данные в экономической модели цифрового типа представляют большую ценность и всегда будут привлекать киберпреступников, а возможность повлиять извне на опасные технологические объекты, делает их потенциальными объектами внимания террористических организаций и спецслужб других государств. Недооценка угроз может привести к катастрофическим последствиям [3].

Цифровая экономика. Существующие модели экономических отношений трансформируются. Если вчера рынок принадлежал производителю, основными мотивами деятельности которого являлись такие аспекты, как повышение производительности и снижение себестоимости, то сейчас рынок принадлежит потребителю. Потребитель требует качества, обоснованности цены, индивидуальности, информированности и высокой скорости исполнения своих заказов. Для удовлетворения запросов потребителя необходимо не только учитывать текущие его предпочтения, но и перспективные. Продажа не освобождает производителя от дальнейшего взаимодействия с потребителем, так как для него важно формирование положительной репутации, а для этого производителю необходим анализ истории «потребитель-продукт» на протяжении всего жизненного цикла продукта. Действует абсолютно новая логика производства: продукты сами по себе становятся интеллектуальными и предполагают однозначную идентификацию и определение их местонахождения в любое время, обладают «знаниями» об истории их создания и их текущем статусе, состоянии, необходимости и регламенте обслуживания. Таким образом, создаётся тесная взаимосвязь. Однако это, отнюдь, не двухсторонние отношения, так как потребитель, в свою очередь, может являться производителем и приобретаемый им продукт является лишь компонентом для другого изделия, а у производителя выстроены еще и другие отношения – с его поставщиками. К тому же, все участники являются ещё и членами общества, на них возлагается социальная ответственность за бережное и эффективное использование ресурсов, безопасность деятельности, создание условий для развития и самореализации работников, повышения статуса своего региона и его благополучия. Это приводит к необходимости взаимодействия в едином поле всех участников производственной цепочки, включая партнёров и конкурентов, органы власти и учебные заведения. Такая система получила название «экосистема». Высокая эффективность функционирования достигается за счёт сквозной цифровизации всех физических активов участников и их интеграции в единую цифровую экосистему. В таких условиях, процессы становятся киберфизическими.



Несмотря на то, что цифровые технологии, в целом, известны, их широкое применение сдерживается рядом факторов. Во-первых, это консервативность собственников бизнеса, и без того приносящего неплохой доход, в их неготовности инвестировать значительные средства в недостаточно изученную сферу. Во-вторых – опасения, вызванные вопросами безопасности. В-третьих, несформированность экономической среды для построения взаимовыгодных отношений участников цифрового взаимодействия, а также недостаточная техническая оснащённость. Многие предприятия, недооценивая современные вызовы, ставят под угрозу возможность своего существования. В то же время, есть предприятия готовые к непрерывной трансформации, так главный банк нашей страны, словами его руководителя: «Сбербанк – это IT компания, имеющая лицензию на банковскую деятельность...». На развитие цифровой экономики направлено и распоряжение Президента РФ о выпуске национальной криптовалюты – «крипторубля». Тем самым, по совокупности фактов, можно констатировать, что хоть и с опозданием лет на 7, чем в соседней Японии, промышленная революция началась и у нас.

«Цифровое месторождение». Первоначально это понятие связывалось с применением технологий 3D-моделирования и его данных в процессе освоения месторождений. С появлением новых технологий, термин стал означать сочетание различных технологий разведки-добычи с возможностями коммуникаций и автоматического управления. Чем выше степень интеграции, тем больше преимуществ, тем интеллектуальнее управление активом. Отсюда появилось понятие «интеллектуальное месторождение», которое характерно для нефтегазодобывающих предприятий с высоким уровнем интеграции систем КИПиА, АСУТП, IT, ERP и MES. Сегодня термин «цифровой», применительно к производству, приобретает новую трактовку. Понятие «интеллектуальное месторождение», на наш взгляд, утрачивает актуальность, так как оно не отражает степени цифровизации производства, а лишь свидетельствует о наличии соответствующей инфраструктуры. Таким образом, с учетом новой концепции, итогом эволюции «Автоматизированного месторождения» как раз должно стать «Цифровое месторождение», которое представляет киберфизический актив в экосистеме цифровой экономики [3].

На месторождении можно выделить семь областей-направлений применения цифровых технологий: планирование и логистика, подключённые продукты (обслуживание оборудования по запросу), цифровое окружение (передача данных из одной точки в другую в режиме реального времени), поддержка эксплуатации (обеспечение эксплуатирующего персонала необходимыми данными), промышленная аналитика (визуализация процессов с индикацией проблемных точек), управление ресурсами, оптимизация операций.

Возможно, не все рассмотренные цифровые технологии должны применяться на цифровом месторождении, но, чем больше элементов найдёт применение и чем выше будет уровень интеграции, тем более эффективна работа такого производства. Для перехода к полностью цифровому месторождению необходимо по каждому из этих направлений внедрять цифровой формат объектов, процессов и данных, автоматизировать все процессы по стадиям жизненного цикла объекта от его создания до утилизации, и осуществлять глубокую интеграцию во взаимосвязанных областях.

В нефтегазодобыче, в целом, на уровне АСУТП степень автоматизации производства достаточно высока, и развитая инфраструктура связи уже сейчас позволяет передавать данные, в том числе, и с использованием сети Интернет. Однако, развитие сдерживает отсутствие готовых адаптированных решений для переноса на облачные платформы приложений уровня SCADA, MES, ESP, впрочем, как и развитых решений интеграционного уровня, готовых к типизации и репликации.

«Человеческий фактор». Современные вызовы, разработка, обслуживание интеллектуальных измерительных и исполнительных механизмов, информационных технологий, требуют новых инженерных компетенций, нового уровня корпоративной культуры [4].

Предприятия всё в большей степени будут организованы на основе динамичных по составу коллективов с непрерывным обменом данными и знаниями о вещах или задачах, над которыми ведется работа. Изменения требований к компетентности сотрудников делают необходимой разработку соответствующих стратегий оценки квалификации сотрудников и организации труда, стимулирующих их потребность в обучении.

Заключение. В условиях России, где существуют реальные проблемы из-за больших расстояний, сурового климата и трудностей доступа к объектам нефтегазодобычи, применение цифровых технологий более чем перспективно. «Владеющий информацией, владеет миром» и борьба за это обладание идёт постоянно. На наших глазах создаются условия для воплощения и реализации самых передовых идей, а задача освоения облачных технологий становится стратегической задачей государственного масштаба [5].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция / Клаус Шваб (Klaus Schwab). – Москва : Эксмо. – 2016. – 138 с.
2. Мониторинг и анализ технологического развития России и мира / эксперт Р. Субхангулов // Исследование Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования. – I кв. 2017. – №10. – 26 с.
3. Цифровое месторождение: ключевые игроки и вопросы кибербезопасности : Отчёт Boston Consulting Group. – 2017. – 14 с.

4. Новосёлов В. В. Инженерный спецназ экономики. Каким должен быть специалист, востребованный сегодня и завтра? / В. В. Новосёлов, В. М. Спасибов // Инженерное образование. – 2015. – №18. – С. 7-14.

5. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Управление ресурсом эксплуатации высоко-рисковых объектов : монография / В. А. Абросимов, В. В. Аладинский, Н. П. Алёшин [и др.] ; ред. Н. А. Махутов. – Москва : Международный гуманитарный общественный фонд «Знание» им. академика К.В. Фролова, 2015. – 600 с.

**Автор:** Горбунов А.А., студент, [sascha9112@gmail.com](mailto:sascha9112@gmail.com)

**Научный руководитель:** Спасибов В.М., д-р техн. наук, профессор. Тюменский индустриальный университет.

**Аннотация:** Мир вступил в новый этап технологического развития. Происходит трансформация производства в цифровое. Формируется цифровая экономика. «Интеллектуальные» нефтегазовые месторождения преобразуются в цифровые.

**Ключевые слова:** цифровизация, технологии, экономика, добыча нефти и газа, нефтяные месторождения.

#### DIGITALIZATION AND THE OILFIELD

**Author:** Gorbunov A.A., student, [sascha9112@gmail.com](mailto:sascha9112@gmail.com)

**Research supervisor:** Spasibov V.M., Doctor of Engineering Sciences, Professor of Tyumen Industrial University.

**Abstract:** The world has entered into a new era of technological development. The manufacturing is digitalized. Digital economy is formed. The “intellectual” oilfields become digital.

**Key words:** digitalization, technologies, economy, oil & gas production, oilfields.

УДК 621.436.019

#### АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

*Белоус М.В., Хасанишина А.А., Насаналиева Р.Ш., студенты;  
Кручинин С.В., канд. филос. наук, доцент.*

*Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске*

Сегодня поиск альтернативных источников энергии являются достаточно популярной темой. Это происходит потому, что объемы потребления нефти в современном мире огромны и продолжают расти. Среди преимуществ нефти как источника топлива можно отметить такие ее свойства как высокая энергоемкость, удобство использования, возможность относительно быстро пополнять в транспортном средстве запас топлива, отсутствие необходимости утилизации остатков и др. При этом нефть, как известно, относится к невозобновимым природным ресурсам, при этом топ-

ливо получаемое из нефти еще и является достаточно агрессивным по отношению в окружающей среде. Даже для России, на территории обладающей огромными природными запасами источников топлива, поиск его альтернативных источников приобретает все большее значение [2].

Приведем несколько данных. Так для того, чтобы получить такое же количество энергии, которое можно получить из потребляемой цивилизацией объема нефти нужно построить с производительностью по 1,5 ГВт каждая около 4000 атомных станций. В мире в данное время примерно 440 действующих атомных реакторов, а их общая мощность составляет около 363 ГВт. Если же запустить еще 4000 атомных реакторов по доступным технологиям, то все известные мировые запасы урана будут истощены уже за последующие 10 лет.

О наступлении пика по добычи нефти на глобальном уровне говорится не одно десятилетие, и какими бы не были оптимистичными эти разговоры, такой пик когда-нибудь станет фактическим событием, а после него последует спад добычи по причине исчерпаемости этого энергоресурса. Пока объемы потребления нефти и соответственно спрос на нее продолжают нарастать. Это объясняется как ростом численности населения (известно, что население нашей планеты к 2030 году будет насчитывать более 9 млрд. человек), так и с повышением общего уровня жизни населения (этот факт неизменно ведет к росту потребления энергии).

Потребление классического нефтяного топлива в автотранспортных средствах уже длительный промежуток времени занимает в мире лидирующие позиции. Крупные нефтедобывающие и перерабатывающие компании, опасаясь конкуренции, создали на пути проникновения альтернативных видов топлива искусственный барьер. Эта ситуация была на рынке нефтепродуктов вплоть до нефтяного кризиса начала 70-х годов XX века, который поспособствовал использованию биотоплива как качественной добавки к бензину. Сегодня такие виды альтернативного топлива как биоэтанол, биодизель и биогаз продвигаются как экологически чистые и возобновляемые виды топлива, которые также значительно сокращают количество выбросов в атмосферу углекислого газа.

Первый двигатель внутреннего сгорания, работающий на смеси этанола и скипидара, был изобретен и запатентован еще в 1826 г. С тех пор этаноловое топливо начало постепенно завоевывать мировой рынок топлива. Также следует отметить то, что и Генри Форд на рубеже XIX-XX вв. успешно работал над созданием автомобиля, работающего на спиртовом горючем. Он ориентировался на перспективность данного направления, однако как «сухой закон», так и Техаский нефтяной бум заставили его сделать выбор в пользу бензина [6].

Сегодня существует большое количество технологий по изготовлению биотоплива практически из любого растительного сырья и с минимальными затратами (таблица 1).

Так, в Германии расходы, на производство спиртового топлива основанные на его производстве из сахарной свеклы составляют 0,55-0,80 евро/л. При использовании в качестве сырья пшеницы получают 350 л/т (выход биоэтанола на 1 тонну), картофеля – 115 л/т, кукурузы – 370 л/т, сахарной свеклы – 85 л/т, сахарного тростника – 70 л/т, манионика – 180 л/т, плодовых культур – 160 л/т, целлюлозы – 340 л/т [5]. Сахарный тростник традиционно применяется в Бразилии, кукуруза, пшеница и свекла – в США и Европе [3].

Таблица 1

Технологии по производству биотоплива

Основные технологии по производству биотоплива			
Сельскохозяйственные отходы (чаще отходы животноводства)	Рапс, кукуруза, подсолнечник и т.п.	Отходы производства продукции растениеводства и пищевой промышленности	Древесина
Биогазовые установки	Оборудование для переработки	Пиролизные установки	Оборудование для переработки
Биометан	Биоэтанол	Жидкое топливо	Брикеты
Электрическая и тепловая энергия		Газообразное топливо	
Экологически чистые удобрения	Растительные масла	Электроэнергия	Газ
Горячая вода	Биодизель		

Потребление биотоплива в мировых масштабах нарастает с каждым годом. Эта тенденция объясняется тремя объективными реалиями современной экономической ситуации:

- увеличивается спрос на потребление энергоресурсов в мире;
- доступные мировые запасы нефти и газа начинают сокращаться;
- экологическая ситуация на планете стремительно ухудшается.

Развитие производств альтернативных видов топлива дает возможность снизить зависимость стоимости топлива от цен на нефть и нефтепродукты. Кроме того, по расчетам бразильских и американских ученых, каждый миллион литров производимого биоэтанола создает дополнительно 38 рабочих мест.

За последние 5 лет производство биотоплива в мире выросло в 4 раза, по мнению экспертов, такая тенденция будет сохранена и в последующие годы. Специалисты объясняют такую динамику с переходом многих стран на биоэкономику, основой которой становится «зеленая энергетика». Предполагается, что возобновляемые источники энергии на основе биологического сырья в будущем станут основой энергетике, что окажет положительное воздействие как на сельское хозяйство, так и на экологическую и продовольственную безопасность в мире [3].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альтернативы нефти и проблемы энергетики [Электронный ресурс] // Svargaman. Международные дела. – Режим доступа: <http://voprosik.net/alternativy-nefti-i-problemy-energetiki>.

2. Багрова Е. В. Критический анализ реализации постиндустриализма в современном обществе [Электронный ресурс] / Е. В. Багрова // Философская мысль. – Режим доступа: [http://e-notabene.ru/fr/article\\_21308.html](http://e-notabene.ru/fr/article_21308.html).

3. Темирбаев Р. М. Прогнозирование нефтегазоносности недр по данным геотермии / Р. М. Темирбаев, С. В. Кручинин, Т. Г. Донцу // Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна (опыт, инновации) : материалы XX междунар. науч.-техн. конф. (посвященной 60-летию Тюменского индустриального университета). – Тюмень, 2016. – С. 135-136.

4. Сидорович В. Мировая энергетическая революция: Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир [Текст] / Владимир Сидорович. – Москва : Альпина Паблишер, 2015. – 208 с.

5. Клавдиенко В. П. Сырьевая составляющая устойчивого развития мирового сообщества / В. П. Клавдиенко // Вестник МГУ, сер. 6, Экономика. – 2002. – № 2. – С. 23-39.

6. Конец «нефтяной эпохи»? В Израиле создана альтернатива нефти // Информационное бюро [Электронный ресурс] /Новости. Ру. – Режим доступа: <https://novosti-ru.ru/science>.

7. Нефть и альтернативные источники энергии [Электронный ресурс] // Все о нефти. – Режим доступа: <http://vseonefti.ru/neft/alternativa-nefti.html>.

8. Основы современной энергетики. Лекции. В 2-х томах / ред. Е. В. Аметистов. – Москва : МЭИ, 2004.

Часть 1. Современная теплоэнергетика / А. Д. Трухний, А. А. Макаров, В. В. Клименко. – Москва : Издательство МЭИ, 2002. – 368 с.: ил.

Часть 2. Современная электроэнергетика / под ред. проф-в А. П. Бурмана и В. А. Строева. – Москва : Издательство МЭИ, 2003. – 454 с.: ил.

**Авторы:** Белоус М.В., Хасаншина А.А., Насаналиева Р.Ш., студенты, [nngksergei@mail.ru](mailto:nngksergei@mail.ru)

**Научный руководитель:** Кручинин С.В., канд. филос. наук, доцент. Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске.

**Аннотация:** Разработка альтернативных видов топлива приобретают в мире все большее значение. Сегодня биодизель, биоэтанол и биогаз продвигаются в мире энергетики как экологически чистое и возобновляемое топливо. Производство биотоплива за последние 5 лет в мире возросло в 4 раза. Предполагается, что, такая тенденция будет сохраняться и в последующие годы. Сейчас ведут разработки двигателей, которые будут работать с использованием значительной доли биотоплива. Переход на биотопливо не только поможет окружающей среде, но и станет экономически выгодным.

**Ключевые слова:** биотопливо, биодизель, биоэтанол, биогаз, биоэкономика, биосырье, энергоресурсы, утилизация, экологическая ситуация.

## ALTERNATIVE TYPES OF FUEL

**Authors:** Belous M.V., Khasanshina A.A., Nasanalieva R.S., students, nngkcergei@mail.ru

**Research supervisor:** Kruchinin S.V., Ph.D., associate professor, Institute of Oil and Gas (branch) TIU in Noyabrsk.

**Abstract:** The development of alternative fuels is becoming increasingly important in the world. Today biodiesel, bioethanol and biogas are moving in the world of energy as environmentally friendly and renewable fuel. The production of biofuel for the last 5 years in the world has increased 4-fold. It is assumed that this trend will continue in the following years. Now they are developing engines that will work with the use of a significant share of biofuel. The transition to biofuels will not only help the environment, but will also become economically viable.

**Key words:** biofuel, biodiesel, bioethanol, biogas, bioeconomics, bio-raw materials, energy resources, utilization, ecological situation.

УДК (331.8:622.3(07))

## ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Кормин А.М., канд. техн. наук, доцент; Аникин И.Ю., канд. пед. наук, доцент; Лаптева С.В., канд. пед. наук, доцент.  
Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске*

В последнее пятилетие на предприятиях нефтегазовой индустрии в России гибнет и травмируется в среднем свыше 1850 человек (в предыдущем пятилетии – более 2000), 100 тыс. получают различные травмы и около 30 тыс. становятся инвалидами в результате увечья на производстве. Из сферы промышленного производства в связи со стойкой утратой трудоспособности около 75 тыс. работников трудоспособного возраста. Прямой ущерб от травматизма и заболеваний плюс упущенная выгода по самым приблизительным подсчетам составляет 800 млн. руб. в год.

Профессиональная заболеваемость рабочих в нефтегазовой промышленности повлияла на то, что за 10–15 лет до пенсии 75 % высококвалифицированных водителей и операторов оставляют работу по специальности. Около 43 % от всех выплат пенсий работникам производится в связи с их инвалидностью. Операторы и водители не дорабатывают до пенсионного возраста, во многом из-за несовершенной техники. Зарегистрированы случаи смерти на рабочем месте или во время вахты (инфаркт, инсульт). Дискомфорт, связанный с шумом, вибрацией, запыленностью, загазованностью, термическими факторами, на рабочих местах трактористов создается потому, что средства безопасности разрабатываются тогда, когда машина уже поставлена на производство.

В настоящее время выпускаются машины и механизмы, не выдерживающие по меркам безопасности никакой критики. В настоящее время в России вообще отсутствует система оценки техники по показателям ее надежности и безопасности, все это отдано на откуп самим производителям техники.

Вот почему, несмотря на огромные материальные потери, до сих пор не найдены эффективные рычаги воздействия на машиностроителей. Некачественная по показателям безопасности техника продолжает поставляться на отечественный рынок.

Травмоопасной отраслью является и строительство, где 23% от общего количества травм – это травмы летальным исходом, при этом на травмы от машин и механизмов приходится 66%, от действий персонала – 14%, от других причинителей – 20%. Другие отрасли распределяются по уровню травматизма следующим образом: энергетика и связь – 13,7%, транспорт – 15,8%, машиностроение и металлургия – 3,9%. В этих отраслях также превалирует машинный травматизм [2].

Основная масса рабочих мест на предприятиях ТЭК не соответствует требованиям эргономики, передовой организации труда и оснащена устаревшим оборудованием. Длительная эксплуатация многих зданий и сооружений перерабатывающей промышленности, построенных в основном в середине 20 века и в 70-е годы, не сопровождалась капитальным ремонтом.

Это потенциальные источники аварий, пожаров, профессиональных заболеваний и травматизма. Так, около трети предприятий нефтехимической промышленности возведены в период с 1945 по 1970 год, около 20 % – до 1980 года, а остальные возведены – более 20 лет назад. Так как более 1/3 оборудования является импортным, замена оборудования происходит в 3 раза медленнее, чем того требуется, 90% выпускаемого оборудования и механизмов для перерабатывающих отраслей оборудования не отвечает стандартам безопасности [2].

Особую озабоченность вызывает состояние условий и охраны труда на частных предприятиях, созданных после 2000 года. Здесь зафиксирован очень высокий уровень травматизма, он приблизительно в 2,7 раза выше, чем на крупных предприятиях с акционерной формой собственности. Причиной является высокая интенсификация труда, увеличение продолжительности рабочего дня (недели), использование старого, изношенного, как правило, списанного оборудования, машин и механизмов. В таких условиях более высокая производительность труда достигается в основном за счет потери здоровья работающими [1].

В современных условиях основная нагрузка экономического ущерба от воздействия производственных факторов ложится на систему социального страхования, которая не имеет экономических рычагов воздействия на предприятие. Да и органы государственного надзора за соблюдением законодательства по охране труда не связаны с системой социального



страхования и работают в основном административными методами. Предприятие практически освобождено от основных расходов по возмещению последствий неудовлетворительных условий труда.

Средства же, которые оно тратит на мероприятия по охране труда, поступающие из разных источников, не обобщаются и не анализируются.

Существующая статистика экономического ущерба предприятия от неудовлетворительного состояния охраны труда, а также затрат на мероприятия по улучшению условий и охраны труда явно недостаточна, что не позволяет использовать ее данные при анализе хозяйственной деятельности предприятия.

В условиях экономических отношений необходим специальный экономический механизм, который стимулирует улучшение условий труда, способствует ликвидации рабочих мест с тяжелыми и вредными условиями труда. В частности, таким механизмом может быть введение экономических санкций (на основе аттестации и сертификации рабочих мест и предприятий в целом) за наличие на предприятиях рабочих мест с неблагоприятными условиями труда. Введение доплат вместо повышения тарифных ставок за неблагоприятные условия труда дает возможность более обоснованно определить их величину: за вредные и тяжелые условия труда доплачивают до 12 %, а за особо вредные и тяжелые условия – до 24% тарифной ставки. Однако величина доплат зависит не только от условий труда, но и от квалификации работника. Еще большая разница в доплатах у работников разных отраслей народного хозяйства. Такая дифференциация по существу несправедлива, так как искажает назначение доплат. Ведь от имеющихся производственных вредностей в равной мере страдают как квалифицированные, так и менее квалифицированные работники. Поэтому более логичным и справедливым было бы платить равную компенсацию за равный ущерб здоровью, то есть доплата должна зависеть только от тяжести и вредности условий труда [1].

Назрела необходимость принятия таких законов, как:

- о федеральном, отраслевом, территориальном фондах и фонде предприятия по охране труда;
- о надзоре и контроле за соблюдением законодательства и безопасности производства, охране труда и здоровья работающих;
- о разработке финансово-экономических и административных мерах стимулирования предприятий и работников за осуществление мероприятий по улучшению условий труда, обеспечению его безопасности;
- о штрафных санкциях за нарушение законов об охране труда и использовании этих средств.

Одним из путей улучшения условий и охраны труда в нефтегазовой промышленности России, в том числе и в условиях Ямало-ненецкого автономного округа, является подготовка кадров высшей квалификации по дисциплине 05.26.01 «Охрана труда».

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прогнозирование теплового состояния кабин сельхозмашин [Текст] / А. И. Гавриченко [и др.]. – Орел : Курган, 2009. – 29 с. : ил.
2. Российский статистический ежегодник 2000 : стат. сб. / Госкомстат России. – Москва : Госкомстат, 2000. – 642 с. : ил.

**Авторы:** А.М. Кормин, канд. техн. наук, доцент, [object800@mail.ru](mailto:object800@mail.ru). И.Ю. Аникин, канд. пед наук, доцент кафедры ТТНК, [tytianikin@mail.ru](mailto:tytianikin@mail.ru). С.В. Лаптева, канд. пед наук, доцент кафедры ТТНК, [s.v.lapteva@mail.ru](mailto:s.v.lapteva@mail.ru). Филиал ТИУ в г. Ноябрьске

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены вопросы охраны труда механизаторов и других работников нефтегазовой промышленности.

**Ключевые слова:** травма на производстве, профессиональная патология, эргономика.

### PROBLEMS LABOUR PROTECTION IN OIL AND GAS INDUSTRIAL

**Authors:** A.M.Kormin, PhD., Associate Professor, [object800@mail.ru](mailto:object800@mail.ru); I.Y. Anikin, PhD, associate Professor, [tytianikin@mail.ru](mailto:tytianikin@mail.ru); S. V. Lapteva, PhD, Associate Professor [s.v.lapteva@mail.ru](mailto:s.v.lapteva@mail.ru). Branch of Industrial University of Tyumen in Noyabrsk.

**Abstract:** This article discusses the issues of labor protection of machine operators and other workers of the oil and gas industry.

**Key words:** injury, occupational pathology and ergonomics.

УДК (62-1/-9)

## ПОДБОР РАСХОДОМЕРОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Половников Е.В., аспирант; Дудкин Я.К., студент;  
Артюшенко Д.А., студент. Тюменский индустриальный университет*

При проведении научных исследований для получения достоверных данных необходимо использовать оборудование соответствующее поставленным задачам. Для получения необходимого объема нужной информации и для последующей обработки получаемой информации, необходимо внимательно подойти к выбору измерительного оборудования использовавшегося в экспериментах.

При проведении экспериментальных исследований по прогреву гидравлической системы, используется различное измерительное оборудование: датчики температуры, давления, расхода и т.д.

В статье представлен обзор видов расходомеров, которые используются при проведении экспериментов по изучению процессов в гидроприводе. Представлено краткое описание видов расходомеров и представлены особенности условий эксплуатации.

Расходомеры – это приборы, измеряющие объем или массу вещества: жидкости, газа или пара, которые проходят через сечение трубопровода в единицу времени. Особенности конструкции зависят от типа прибора. Сейчас используют 6 типов расходомеров, у каждого из которых – свои сильные и слабые стороны.

В основе устройства электромагнитных расходомеров – закон электромагнитной индукции, известный как закон Фарадея. Когда проводящая жидкость, например вода, проходит через силовые линии магнитного поля, индуцируется электродвижущая сила. Она пропорциональна скорости движения проводника, а направление тока – перпендикулярно направлению движения проводника.

В электромагнитных расходомерах жидкость течет между полюсами магнита, создавая электродвижущую силу. Прибор измеряет напряжение между двумя электродами, рассчитывая тем самым объем проходящей через трубопровод жидкости. Это надежный и точный метод, потому что сам прибор не влияет на скорость течения жидкости, а за счет отсутствия движущихся частей оборудование долговечное.

В конструкции ультразвуковых расходомеров есть передатчик ультразвуковых сигналов (УЗС). Когда жидкость движется по трубопроводу, происходит снос ультразвуковой волны. Из-за этого меняется время, за которое сигнал от передатчика достигает приемника. Время прохождения увеличивается против потока жидкости и уменьшается, если ультразвуковой сигнал идет по направлению потока. Ультразвуковые расходомеры рассчитывают объемный расход жидкости на основе разности времени прохождения УЗС по течению потока и против него – эта разность пропорциональна скорости движения и объему воды.

Расходомеры перепада давления основаны на измерении перепадов давления, которые возникают, когда поток жидкости, газа или пара проходит через шайбу, сопло или другое сужающее устройство. Скорость потока в этом месте меняется, давление возрастает: чем выше скорость потока, тем больший расход.

Вихревые расходомеры измеряют частоту колебаний, которые возникают в потоке жидкости или газа, когда они обтекают препятствия. При обтекании препятствий образуется вихрь, от которого приборы и получили свое название.

Тахометрические расходомеры измеряют скорость вращения, количество оборотов крыльчатки или турбины в потоке воды, газа или пара. Принцип действия не меняется в зависимости от того, установлена ли в приборе крыльчатка или турбина; разница только в том, что ось вращения крыльчатки находится перпендикулярно движению потока, а турбины – параллельно потоку жидкости или газа.

Кориолисовые расходомеры принцип действия которых опирается на эффект Кориолиса: изменение фаз механических колебаний U-образных трубок, по которым движется жидкость, газ или пар. Сдвиг фаз зависит от

массового расхода. Сила Кориолиса, которая воздействует на стенки колеблющейся трубки, меняется под напором воды или пара.

Таблица 1

Преимущества и недостатки типов расходомеров

Тип расходомера	Преимущества	Недостатки
Электромагнитные расходомеры	Умеренная стоимость. Нет движущихся и неподвижных частей в поперечном сечении. Большой динамический диапазон измерений.	На работу прибора влияют магнитные и проводящие осадки.
Ультразвуковые расходомеры	Невысокая стоимость. Нет движущихся и неподвижных частей в поперечном сечении. Средний динамический диапазон измерений. Возможность монтажа на трубопроводы большого диаметра.	Чувствительность измерений к отражающим и поглощающим ультразвуком осадкам. Чувствительность к вибрациям. Чувствительность к перекосам потока для однолучевых расходомеров.
Расходомеры перепада давления	Отсутствие движущихся частей.	Механические препятствия в сечении: шайба или сопло. Малый динамический диапазон измерений. Чувствительность к любым осадкам на сужающем устройстве.
Вихревые расходомеры	Отсутствие движущихся частей.	Механические препятствия в сечении расходомера. Малый динамический диапазон. Температурная чувствительность. Неустойчивость характеристик при осадках на теле обтекания. Влияние вибраций на результаты измерений.
Тахометрические расходомеры	Низкая стоимость. Работают без источника питания.	Механические препятствия в сечении расходомера. Малый динамический диапазон. Неустойчивость измерений. Невысокая надежность. Примеси и посторонние предметы в воде влияют на результаты измерений. Небольшой срок эксплуатации.
Кориолисовые расходомеры	Прямое измерение массового расхода. Осадки не влияют на измерения. Нет препятствий во внутреннем сечении. Измерение расхода жидкостей не зависит от их электрической проводимости.	Высокая стоимость. Строгие требования к технологии изготовления. Влияние вибраций на метрологические характеристики.

Сравнив достоинства и недостатки разных видов оборудования, предоставляется возможность выбрать наиболее подходящий, отвечающий заданным требованиям эксперимента условиям эксплуатации. От выбора будут зависеть конструкция и тип работы расходомера. Расходомеры нашли широкое применение как для использования в качестве измерительного прибора на производстве, так и при проведении научных экспериментов, где необходимо рабочие жидкости измерять.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справочник : Кн. 2. / П. П. Кремлевский. – 5-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Политехника, 2006. – 412 с.

2. Мерданов Ш. М. Гидроприводы строительно-дорожных машин для эксплуатации при низких температурах : монография / Ш. М. Мерданов, В. В. Конев, Г. Г. Закирзаков. – Тюмень: ТИУ, 2016 – 160 с.

3. Повышение эффективности тепловой подготовки гидропривода строительно-дорожных машин / Ш. М. Мерданов, В. В. Конев, Д. М. Бородин, Е. В. Половников // European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences Proceedings of the 13th International scientific conference. – 2017. – С. 50-53.

4. Половников Е. В. Определение зависимости массы гидроцилиндра от технических параметров гидроцилиндров экскаваторов / Е. В. Половников ; общ. ред. Ш. М. Мерданов // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства : материалы междунар. науч.-техн. конф. 01 янв.–30 июня 2017 г. – Тюмень, 2017. – С. 239-241.

**Авторы:** Е.В. Половников, аспирант; Я.К. Дудкин, студент; Д.А. Артюшенко, студент. Тюменский индустриальный университет.

**Научный руководитель:** В.В. Конев, канд. техн. н., доцент.

**Аннотация:** В статье представлен обзор типов расходомеров, используемых при проведении экспериментов по изучению процессов в гидроприводе. Представлено краткое описание типов расходомеров и особенности условий эксплуатации.

**Ключевые слова:** проведение экспериментов, расходомеры, экспериментальные исследования, измерительная техника, технические характеристики.

### SELECTION OF FLOWMETERS FOR EXPERIMENTAL RESEARCH

**Authors:** E.V. Polovnikov, D.A. Artiushenko, Ya.K. Dudkin.

**Research Supervisor:** V.V. Konev, PhD., Associate Professor. Industrial University of Tyumen.

**Abstract:** The article presents an overview of the types of flowmeters used in conducting experiments to study the processes in the hydraulic drive. A brief description of the flowmeter types is presented and features of operating conditions are presented.

**Key words:** conducting experiments, flowmeters, experimental studies, measuring equipment, technical characteristics.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЗЕОТРОПНОЙ ОСУШКИ ПРОПАНА В СРАВНЕНИИ С ЦЕОЛИТНОЙ

*Крюков Д.О., студент; Дерюгина О.П., канд. техн. наук.  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень*

В настоящее время порядка 20% получаемых в России СУГ экспортируется за рубеж. При этом отечественные компании нередко несут значительные потери в прибыли вследствие невозможности обеспечения требуемых качественных показателей экспортируемых сжиженных углеводородных газов. Одним из таких показателей является содержание в СУГ растворенного метанола, содержание которого регламентируется требованиями иностранных заказчиков и должно составлять не более 10 – 50 ppm.

Пропановую фракцию получают на газодифракционирующих установках нефтехимических предприятий. Она является сырьем установки дегидрирования пропана. Процесс протекает на платиновом катализаторе, поэтому к исходному сырью предъявляются жесткие требования. Содержание метанола в пропановой фракции после ГФУ составляет минимум 1,2% об., что существенно превышает допустимую концентрацию метанола в пропановой фракции (ГОСТ 20448-90). Пропан, который отправляется на экспорт, должен соответствовать ГОСТ 21443-75 и ГОСТ Р 51104-97. В результате этого существенно снижается эффективность производства, сужается рынок сбыта [1].

Очистку пропана от метанола можно проводить на цеолитах. Однако этот способ экономически нецелесообразен, поскольку из-за высокой концентрации метанола в пропановой фракции цеолиты будут быстро насыщаться, в результате чего цикл осушки становится крайне коротким.

Процесс азеотропной осушки пропановой фракции от метанола является физическим процессом, который основан на образовании азеотропа пропан-метанол-вода. Данный процесс позволяет практически полностью удалять метанол и воду из пропана при помощи азеотропной ректификации. Таким образом, в ходе данного процесса происходит одновременно глубокая очистка от метанола и его регенерация и глубокая осушка пропана от воды. В ходе азеотропной ректификации, метанол и вода концентрируются в верхней части ректификационной колонны, а очищенный и осушенный пропан – в нижней ее части колонны. В связи с тем, что метанол хорошо растворяется в пропане, для его вывода из пропана верхом ректификационной колонны, предусмотрена экстракция водой [2].

Компримирование паров верха ректификационной колонны позволяет повысить их температуру и тем самым дает возможность конденсировать их в испарителе колонны, используя при этом теплоту конденсации

паров верха колонны для испарения смеси в испарителе колонны. Использование теплоты конденсации паров верха колонны для испарения пропановой фракции в испарителе разделительной колонны позволяет значительно снизить энергозатраты на испарение продукта в испарителе и его конденсацию в конденсаторе паров разделительной колонны. Таким образом, компрессор работает в режиме теплового насоса. Данная схема представлена на рисунке 1.

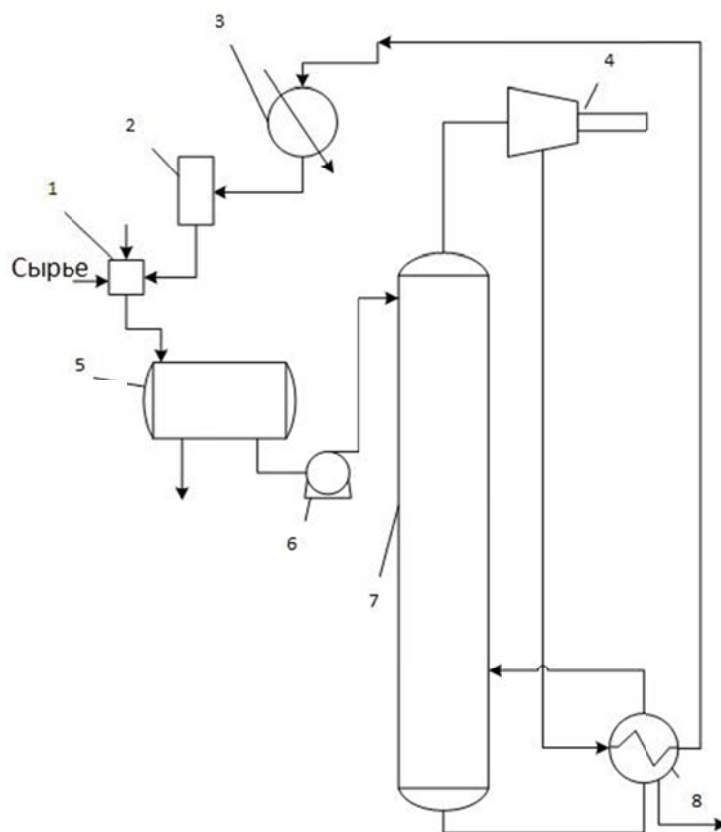


Рисунок 1. Принципиальная технологическая схема:

*1 – смеситель, 2 – фильтр-коалесцер, 3 – охладитель, 4 – компрессор,  
5 – емкость, 6 – насос, 7 – колонна-испаритель, 8 – испаритель.*

Таким образом, с использованием процесса азеотропной осушки и очистки пропана получают пропановую фракцию с необходимыми показателями.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мовсумзаде, Э. М. Газопереработка месторождений Урало-Поволжья и Оренбургской области / Э. М. Мовсумзаде, А. Л. Лapidус, С. А. Михайлов. – Москва : ОАО «ЦНИИ-ТЭ Нефтехим», 2000. – 227 с.
2. Лapidус, А. Л. Первичная переработка углеводородных газов / А. Л. Лapidус, И. А. Голубева, Ф. Г. Жагфаров. – Москва: Газохимия, 2004. С. 183–189.

**Автор:** Крюков Д.О., студент, boooogaga2@gmail.com

**Научный руководитель:** Дерюгина О.П., канд. техн. наук, доцент, Тюменский индустриальный университет.

**Аннотация:** Статья посвящена проблеме очистки пропановой фракции от метанола для дальнейшего использования пропана в качестве мономера. Показана эффективность азеотропной осушки и очистки пропана в сравнении с цеолитной.

**Ключевые слова:** пропан, метанол, азеотропная ректификация, энергозатраты.

## EFFICIENCY AZEOTROPNA OSUSHKI OF PROPANE IN COMPARISON WITH TSEOLITNA

**Author:** Kryukov D.O., student, boooogaga2@gmail.com

**Research supervisor:** Deryugina O.P., Cand.Tech.Sci., associate professor, Tyumen industrial university.

**Abstract:** The article is devoted to a problem of cleaning of propane fraction of methanol for further use of propane as monomer. The efficiency of an azeotropy osushka and purification of propane in comparison with tseolitny is shown.

**Keywords:** propane, methanol, azeotropy rectification, energy consumption.

УДК (621.396.2)

## АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС

*Бабюк Г.Ф., старший преподаватель; Адвахов А.Н., студент.  
Филиал Тюменского индустриального университета в г. Нижневартовске*

ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система (ГЛОНАСС) – российская спутниковая система навигации (аналог спутниковой системы навигации GPS (США)). Сущность системы являются 24 спутника, движущиеся над поверхностью Земли в трех орбитальных плоскостях с наклоном 64,8 и высотой 19,1 тысячи км. В ГЛОНАСС выбраны параметры, обеспечивающие большую устойчивость движения спутников, исключающие необходимость вносить изменения в проведении маневров. В GPS принято кодовое разделение сигналов, в отличие от частотного в системе ГЛОНАСС. Это облегчает создание массовой потребительской аппаратуры и позволяет безгранично приумножать количество спутников на орбите. Частотное разделение сигналов гарантирует идеальную помехозащищенность. Из этого следует, что проектные решения систем ГЛОНАСС и GPS практически похожи.

ГЛОНАСС создавалась по заказу Министерства обороны СССР, первый спутник «Глонасс» был выведен на орбиту 12 октября 1982 года. В сентябре 1993 года система была официально принята в эксплуатацию с орбитальной группировкой из 12 спутников. В декабре 1995 года спутниковая группировка была развернута до состава – 24 спутника. Ввиду недостаточного финансирования, а также по вине малого срока службы, количество работающих спутников сократилось к 2001 году до шести.



В августе 2001 года в России была принята федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система», в которой была поставлена задача использования ГЛОНАСС не только в военных, но и в гражданских целях. В декабре 2007 года спутниковые навигаторы поступили в продажу. В сентябре 2010 года численность группировки спутников ГЛОНАСС в космосе составила 26 штук, из них 20 использовались по назначению, 4 были на техобслуживании, 2 – в орбитальном резерве.

Основные отличия систем мониторинга ГЛОНАСС от GPS:

- ✓ американские спутники движутся синхронно с Землей, а российские – асинхронно;
- ✓ разная высота и количество орбит;
- ✓ разный угол их наклона (около 55° для GPS; 64,8° для ГЛОНАСС);
- ✓ разный формат сигналов и рабочие частоты.

Рассмотрим преимущества и недостатки систем GPS и ГЛОНАСС, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Преимущества и недостатки систем GPS и ГЛОНАСС

GPS	ГЛОНАСС
<b>Преимущества</b>	
GPS – одна из старейших существующих систем, приведена в готовность ранее российской.	Положение асинхронных спутников на орбите более стабильное, что облегчает управление ими. Регулярное внесение корректив не требуется. Данное преимущество важно для специалистов, а не потребителей.
Надежность обусловлена использованием большего числа резервных спутников.	Система создана в России, поэтому обеспечивает лучший прием сигнала и надежное определение местоположения в северных районах страны. Это достигается за счет изменения в большую сторону угла наклона спутниковых орбит.
Позиционирование происходит с меньшей погрешностью, чем у ГЛОНАСС (в среднем 4 м, а для спутников последнего поколения – 60–90 см).	ГЛОНАСС – это отечественная система, и останется доступной для россиян в случае отключения GPS.
Множество устройств поддерживает систему.	
<b>Недостатки</b>	
Спутники вращаются синхронно вращению Земли, поэтому для точного позиционирования требуется работа корректирующих станций.	Разработка системы началась позже и до недавнего времени велась со значительным отставанием от американцев (кризис, финансовые злоупотребления, хищения).
Низкий угол наклона не обеспечивает высокое качество сигнала и из этого следует снижение точности определе-	Неполный комплект спутников. Продолжительность службы российских спутников ниже, чем американских, они чаще нуждаются-

ния позиции в полярных областях и высоких широтах.	ся в ремонте, поэтому точность навигации в ряде областей снижается.
Право управления системой принадлежит военным, а они могут исказить сигнал или вообще отключить GPS для гражданских лиц или для других стран в случае конфликта с ними. Поэтому хотя GPS для транспорта точнее и удобнее, а ГЛОНАСС – надежнее.	Спутниковый мониторинг транспорта ГЛОНАСС дороже, чем GPS из-за стоимости устройств и адаптации к работе с системой позиционирования России.
	Отсутствие программного обеспечения для смартфонов, КПК. Модули ГЛОНАСС проектировали для навигаторов. Для компактных портативных устройств на сегодняшний день распространен и более доступен – это взаимоподдержка систем GPS-ГЛОНАСС или только GPS.

Системы GPS и ГЛОНАСС являются комплементарными. Оптимальное решение – это спутниковый GPS-ГЛОНАСС мониторинг. Устройства с двумя системами, например, GPS-маркеры с ГЛОНАСС-модулем «М-Плата» обеспечивают высокую точность позиционирования и уверенную работу. Если для позиционирования исключительно по ГЛОНАСС погрешность в среднем составляет 6 м, а для GPS – 4 м, то при использовании двух систем одновременно она снижается до 1,5 м. Но такие приборы с двумя микрочипами стоят больше.

ГЛОНАСС разработана специально для России и потенциально не способна обеспечить высокую надежность, из-за меньшего количества активных спутников, реальное преимущество пока на стороне GPS. Плюсы американской системы – это популярность и огромный выбор систем с поддержкой GPS.

Система ГЛОНАСС признана во всем мире. Инновационные решения на основе ГЛОНАСС экспортируются в страны СНГ, Индию и пр. Ведущие производители сотовых телефонов (Apple, Nokia, Samsung и др.) выпускают свою продукцию с поддержкой ГЛОНАСС. В Казахстане и Беларуси создается системы «ЭВАК» и «ЭРА РБ» на основе технологий ГЛОНАСС.

На данный момент на основе ГЛОНАСС в России реализованы уникальные инфраструктурные проекты: система мониторинга транспорта «АК «Транснефть» (самый масштабный проект по внедрению технологий ГЛОНАСС на коммерческом рынке); Интеллектуальная транспортная система (ИТС) города Москвы; Логистический транспортный центр (ЛТЦ) Сочи. Решения на основе ГЛОНАСС также внедрены в интересах различных министерств и ведомств: МВД России, МЧС России, ГФС России (Государственная фельдъегерская служба), Минздрав России, Федеральная

таможенная служба, Почта России, СК России (следственный комитет) и мн. др.

С 2011 года территории России создается единое навигационно-информационное пространство ГЛОНАСС, основу которого составляет система экстренного реагирования при авариях «ЭРА-ГЛОНАСС» и региональные навигационно-информационные центры (РНИЦ) в субъектах РФ.

Объем российского навигационного рынка ждет взрывной рост, к 2020 году его объем в денежном выражении составит 300 млрд. руб. Ключевыми драйверами развития рынка станут: навигационно-информационные сервисы, предоставляемые потребителям на основе технологической платформы «ЭРА-ГЛОНАСС», услуги страховой телематики, взимание платы с большегрузного транспорта (12-тонники) и реализация региональных целевых программ. В Нижневартовске, данная система внедрена на предприятии МУП «САТУ» – специализированном автотранспортном предприятии и оборудовано 92% техники.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. GPS vs ГЛОНАСС: какая система лучше [Электронный ресурс] // GPS Маркер. – Режим доступа: <https://gpsmarker.ru/info/blog/gps-vs-glonass-kakaya-sistema-luchshe.html>.

2. GPS и ГЛОНАСС. Сравнение систем [Электронный ресурс] // GPS Маркер. – Режим доступа: <http://box56.ru/clauses/gps-i-glonass-sravnenie-sistem/>.

3. ГЛОНАСС [Электронный ресурс] // Википедия – свободной энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%9B%D0%9E%D0%9D%D0%90%D0%A1%D0%A1>.

**Автор:** Адвахов А.Н., студент, [advahov98@yandex.ru](mailto:advahov98@yandex.ru)

**Научный руководитель:** Бабюк Г.Ф. [galina/babyuk@mail.ru](mailto:galina/babyuk@mail.ru), Тюменский индустриальный университет, филиал в г. Нижневартовск.

**Аннотация:** Проанализирована система ГЛОНАСС и GPS.

**Ключевые слова:** ГЛОНАСС, GPS, спутниковая система навигации, региональные навигационно-информационные центры (РНИЦ).

### THE ANALYSIS OF THE GLONASS SYSTEM

**Author:** Advakhov A.N., student.

**Research Supervisor:** Babuk G.F, Senior Lecturer, Branch of the Industrial University of Tyumen in Nizhnevartovsk.

**Abstract:** The systems GLONASS and GPS are analyzed.

**Keywords:** GLONASS, GPS, satellite navigation system, regional navigation and information centers.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ВЛ 6-110 кВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

*Андреевский С.Н., Грамадчукова В.Н., студенты;  
Шемиурина С.А., канд. пед. наук.*

*Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске*

На юге Тюменской области энергетики ввели в опытную эксплуатацию опоры линий электропередачи 110 кВ из стеклопластикового композита. Новые опоры из композитного материала, заменили в эксплуатации старые железобетонные. Это первый опыт применения опор из композитных материалов в Западной Сибири. Воздушные линии электропередачи (ВЛ) класса напряжения 6–35 кВ являются наиболее протяженными в Западно-Сибирском регионе: их общая длина составляет более 14 тыс. километров. При этом именно ВЛ 6–35 кВ являются наиболее аварийными.

Опытной площадкой для инновационного проекта стали объекты филиала ОАО «Тюменьэнерго» Тюменские распределительные сети. Опоры установлены в Казанском и Ялуторовском районах Тюменской области на одноцепной линии Ишимского ТПО 110 кВ «Казанка – Дубынка» и двухцепной линии Южного ТПО «Декабристов – Криволукская», «Декабристов – Беркут». Первый опыт монтажа композитных опор в Западной Сибири завершился успешно, более того, экспериментальное оборудование уже прошло испытание на прочность в экстремальных условиях.

В настоящее время основная часть электрических сетей выполнена ВЛ на опорах из железобетонных стоек, из вибрированного железобетона, а также стальные опоры. Именно в этих технических решениях и заложены недостаточные ресурс и надежность ВЛ среднего напряжения. А именно:

- железобетонные опоры достаточно хрупки;
- в обводненных и засоленных грунтах, в болотах, в поймах рек срок их службы снижается до 3–7 лет;
- штыревые изоляторы разрушаются при воздействии на них механических нагрузок от проводов в силу жесткой фиксации провода;
- недостаточные междуфазные расстояния приводят к схлестыванию и перегосу проводов, а увеличение расстояний невозможно из-за недостаточной механической прочности стоек на кручение в аварийных режимах;
- коррозионные процессы разрушают стальные опоры и их фундаменты, проводимость стали обуславливает электрокоррозию, усугубляя проблему;
- железобетонные стойки не выдерживают условий эксплуатации.

Также к недостаткам железобетонных и стальных опор можно отнести трудоёмкость их установки. Они тяжелые, и для их монтажа необходима специализированная техника - подъемный кран, для которого, в свою очередь, необходимы дороги. При их сооружении часто приходится вырубать лес. В горной и болотистой местности сооружение технологических дорог может стоить дороже, чем опоры, провода и изоляторы сооружаемой ЛЭП.

В качестве разработки мероприятий на пути снижения аварийности по причине несовершенства конструкции железобетонных опор, можно рассматривать создание и внедрение композитных опор.

Эксплуатация композиционных материалов открывает широкие перспективы в строительстве, ремонте и эксплуатации воздушных линий электропередачи всех классов напряжения. Применение прочных и легких диэлектрических опор дает возможность не только пересматривать принципы обеспечения надежности при механических воздействиях, но и обеспечить повышение эффективности комплексов активной и пассивной грозовой защиты.

В качестве изоляционной арматуры могут использоваться траверсы консольного типа с установкой штыревого или подвешного изолятора, так и нетрадиционные решения, где в качестве изоляции выступают элементы опоры. Например, провод может быть прикреплен непосредственно к композитной стойке для ВЛ-6(10)кВ, что позволит существенно сократить количество отключений из-за повреждения изоляторов.

Композитные опоры на линиях нового поколения соответствуют самым актуальным требованиям по надежности, экологичности и эстетичности и способствуют достижению высокой степени эффективности решений. Опора 6 кВ может быть перенесена и смонтирована практически вручную, а на линиях 110 кВ и выше конструкция опоры может быть использована как самостоятельный изолятор, иметь непосредственное крепление проводов, может быть лишена заземляющего устройства.

Немаловажно, что композитные изоляционные опоры могут служить в качестве аварийно-восстановительного резерва для ВЛ всех классов напряжения.

Линии среднего напряжения, как уже выше сказано, подвержены частым авариям, связанным с опорами.

Падение опор на линиях 6(10), 35, 110 кВ, как правило, имеет массовый характер. Ремонт ВЛ 35–110 кВ с упавшими опорами требует немалых трудозатрат. Решения могут быть как традиционными, так и радикальными. Опора может быть, как «опора», а может быть «изолирующей подставкой» под провод.

К несомненным преимуществам композитных опор можно отнести:

- срок эксплуатации от 60 до 125 лет;
- не оказывает влияния на окружающую среду;

- высокая удельная прочность;
- отсутствие металлических частей – вся опора и траверса – диэлектрик, вследствие этого – высокая безопасность и отсутствие необходимости заземления;
- высокая коррозионная стойкость, стойкость к циклам замораживания и размораживания, вследствие этого – отсутствие необходимости в окраске опор в эксплуатации;
- модульно-секционная конструкция, вследствие этого – возможность ручной транспортировки секций, компактная укладка в транспорт;
- в силу гибкости конструкции композитные опоры эффективно воспринимают ударные нагрузки, возникающие при пляске проводов, сбросе гололеда, коротких замыканиях, сейсмических событиях.

Указанные преимущества обеспечивают:

- возможность транспортировки и монтажа в труднодоступных местах без использования спецтехники;
- высокую скорость монтажа;
- сокращение затрат на транспортировку, особенно на дальние расстояния или в труднопроходимой местности;
- возможность вездеходной доставки;
- возможность применения в сложных климатических условиях;
- меньшие требования к изоляции и расстоянию от провода до опоры (траверсы);
- сохранение устойчивости опор после аварийных нагрузок (падение деревьев, сброс гололеда, короткие замыкания);
- продолжение работы линии даже при многочисленных пробоях или разрушениях изоляторов;
- возможность безопасного совмещения цепей различных классов напряжений;
- возможность прокладки ВЛ в стесненных условиях.

Также одним из важнейших преимуществ композитных опор является сохранение упругости при больших прогибах, вследствие этого устойчивость к аварийным нагрузкам (ветер, гололед, обрыв проводов).

К недостаткам данной конструкции можно отнести относительную дороговизну исходных материалов. Композитная опора в 5 раз дороже широко распространенной железобетонной опоры типа СВ–95.

Один из способов повышения надежности линии электропередачи на Западной Сибири установка композитной опоры после каждой четвертой или пятой железобетонной или деревянной в качестве профилактической меры для ограничения каскадных отказов. Такой вариант может быть выгоден энергокомпаниям, действующим на территориях подверженных воздействию льда, снега и сильных ветров.





Экономический эффект от внедрения опор из композитных материалов при капитальном ремонте и строительстве ВЛЭП достигается за счет

снижения эксплуатационных затрат на аварийно-восстановительные работы, без учета недоборов нефти.

Сводный сравнительный анализ укрупненных показателей по затратам и основным эксплуатационным свойствам для основных типов опор, применяемых для ВЛ-110кВ по данным РОСНАНО приведен в таблице 1.

Таблица 1

Расчет основных показателей для промежуточных опор 110кВ

Для сопоставимых условий, без учета расходов на логистику								
	Металлические		Металлические		Деревянные		Композитные опоры	
	Унифиц. решетчатые мелкого заложения	на свайном фунд.	Многогранные	П-образ	Одностоечные	П-образ		
Стоимость 1 опоры	253,50	259,30	345,00	32,3	320	560,0		
Монтаж 1 опоры.	224,70	228,80	135,40	118,7	60,0	80,0		
Стоимость фундамента	674,15	775,50	385,00	0	0	0		
<b>Итого стоимость 1 опоры</b>	<b>1152,4</b>	<b>1271,3</b>	<b>927,9</b>	<b>151,0</b>	<b>380</b>	<b>640,0</b>		
Стоимость опор для 1 км ВЛ 110кВ	6200	6840	5323,7	886,6	1900	3200		
Удельная прочность, кПа*м <sup>3</sup> /кг	57,1		56,4	53,4	от 520			
Срок службы, лет	55		55	25	80			
Суммарная приведенная стоимость опоры с учетом срока эксплуатации, тыс. руб./год	<b>20,95</b>	<b>23,11</b>	<b>16,87</b>	<b>6,04</b>	<b>4,75</b>	<b>8</b>		

При эксплуатации на территориях Западной Сибири и Крайнего севера позволит:

- уменьшить число аварийных отключений электрооборудования по причине повреждения изоляторов, опор и элементов траверс ВЛЭП;
- повысить надежность линии электропередач;
- сократить затраты на транспортировку при строительстве и ремонте линий;
- повысить эффективность грозовой защиты; увеличить срок службы опор и всей линии.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sarmiento M. A State of the Art Overview Composite Utility Poles for Distribution and Transmission Applications / M. Sarmiento, B. Lacoursiere // Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America. Venezuela. – 2006.

2. Колтарп С. Стоя в полный рост наперекор погоде: Суровая погода подтверждает решение сетевой компании установить стеклопластиковые опоры / С. Колтарп, Т. Вайд // Воздушные линии. – 2010. – №1. – С. 60–64.

3. Маркова Л. Компактные ВЛ: качественно, надежно, экономично! / Л. Маркова // Воздушные линии. – 2012. – №2. – С. 37–47.

**Авторы:** С.Н. Андриевский, В.Н. Грамадчукова, студенты, [77365@bk.ru](mailto:77365@bk.ru)

**Научный руководитель:** С.А. Шемшурина, канд. пед. наук, доцент. Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске.

**Аннотация:** Воздушные линии электропередачи (ВЛ) класса напряжения 6–35 кВ являются наиболее протяженными в Западно-Сибирском регионе. При этом именно ВЛ 6–35 кВ являются наиболее аварийными. В статье рассмотрены методы повышения эксплуатационных свойств линий электропередачи.

**Ключевые слова:** воздушные линии электропередачи, аварийность, опоры.

## **INCREASE OF OPERATIONAL PROPERTIES OF TRANSMISSION LINES 6-110 kV OVERHEAD LINES IN THE FAR NORTH**

**Authors:** S.N. Andrievsky, V.N. Hromadkova, students.

**Research Supervisor:** S.A. Shamshurina, PhD, Associate Professor. Branch of Industrial University of Tyumen in Noyabrsk.

**Annotation:** Overhead power lines (VL) of the voltage class 6-35 kV are the longest in the West Siberian region. This is 6-35 kV overhead lines are the most emergency. The article describes the methods of improving the performance properties of power lines.

**Keywords:** overhead power lines, accident, supports.

УДК 620.9

## **КОМПЛЕКСНАЯ ДИАГНОСТИКА ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ 6(10) кВ**

*Нусратов А.Б., студент; Шемшурина С.А., канд. пед. наук, доцент.  
Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске*

Надежность и качественное функционирование электротехнического оборудования, электрических сетей и систем зависит от технического состояния. В настоящее время электротехническое оборудование имеет вполне высокие расчетные показатели надежности. Но в процессе эксплуатации под воздействием различных факторов, условий и режимов работы исходное состояние оборудования постепенно ухудшается, значительно снижается эксплуатационная надежность и увеличивается вероятность возникновения отказов.

Главная задача в решении вопроса, а именно: снижение числа аварийного выхода из строя кабельных линий, а также капитальных вложений на их ремонт или замену – определение на ранней стадии методом частичных разрядов развивающихся повреждений кабельных линий и оценка их характера, а так же минимизация аварийных отключений кабельных линий, что позволит сохранить высокую надежность электроснабжения потребителей. Исходя из этого мы предлагаем проанализировать систему контроля изоляции кабельных линий «CDR».

Широкое внедрение силовых кабельных линий с рабочим напряжением 110 кВ и выше, являющихся ответственными элементами систем



электроснабжения, все более остро ставит для служб эксплуатации вопросы оперативной диагностики состояния, особенно в режиме постоянного мониторинга.

В настоящее время на практике используются две разновидности систем контроля и мониторинга высоковольтных кабельных линий - работающих по методу теплового контроля или на основе регистрации и анализа частичных разрядов в изоляции. Первый метод мониторинга более полезен для контроля тепловой эксплуатационной нагрузки кабельной линии, а второй имеет максимальную чувствительность для диагностики дефектов. В идеале оптимальным является использование комплексных систем мониторинга, использующих оба эти метода.

Таким требованиям соответствует комплексное устройство марки «CDR» (Cables Diagnostics Relay), производимое отечественной фирмой «DIMRUS», предназначенное для создания систем мониторинга и контроля состояния изоляции кабельных линий. Благодаря системе «CDR» реализованы следующие функции мониторинга:

Выполняется непрерывный контроль состояния изоляции высоковольтной кабельной линии по методу регистрации и анализа уровня и распределения частичных разрядов. Определяется тип дефекта в изоляции кабельной линии (КЛ) и степень его развития.

Производится автоматическое обнаружение мест возникновения дефектов в изоляции, выявленных системой по частичным разрядам, как в самом кабеле, так и в муфтах. Уникальность функции в том, что КЛ, находится под рабочим напряжением.

Непрерывное измерение рабочей температуры фаз кабельной линии (концевых муфт), которые расположены рядом с измерительным прибором системы мониторинга.

Контролируется величина уравнивающих фазных токов, протекающих по экрану КЛ при помощи дополнительного датчика тока. Особенности регистрации и анализа импульсов частичных разрядов в кабельных линиях, реализованные в системе «CDR». В качестве устройства регистрации и анализа параметров кабельных линий в системе мониторинга «CDR» использован универсальный шестиканальный измерительный прибор. Это современный и эффективный прибор регистрации частичных разрядов.

Его функциональными особенностями являются:

Возможность регистрации импульсов частичных разрядов в очень широком диапазоне частот, от 50 кГц до 1 ГГц. Использование такого диапазона частот связано с тем, что импульсы ЧР, перемещаясь по линии, уменьшаются по амплитуде и увеличиваются по длине.

В систему мониторинга марки «CDR» встроены два современных метода локализации места возникновения дефекта в изоляции кабельной линии. Один работает независимо на основе анализа рефлектограмм распределения импульсов частичных разрядов в линии, а второй анализирует

разницу по времени прихода высокочастотного импульса от дефекта к «концам» контролируемой кабельной линии.

В системе «CDR» реализована экспертная диагностическая система «PD-Expert», позволяющая в автоматическом режиме определять тип дефекта в изоляции и степень его развития. Для реализации такого уникального набора функциональных возможностей в системе «CDR» использованы специфические технические решения:

Во-первых, это то, что регистрация импульсов частичных разрядов во всех шести измерительных каналах прибора «CDR» производится полностью синхронно. Только в этом случае возможна реализация всех вышеперечисленных диагностических алгоритмов.

Во-вторых, если система мониторинга создается для контроля нескольких кабельных линий, то ее приходится создавать, используя несколько приборов марки «CDR». В этом случае задача синхронизации измерений частичных разрядов становится глобальной.

Такая синхронизация может быть осуществлена двумя способами. При расстояниях до 2 км синхронизация осуществляется при помощи оптических линий связи. По этим линиям будут посылаться синхронизирующие импульсы, а также проводиться обмен информацией. Если длина линии более одного км, или отсутствует возможность прокладки оптической линии, то измерения можно синхронизировать по сигналам системы GPS/GLONASS. Для этого во все приборы встроены приемники сигналов GPS. Система мониторинга кабельной линии с синхронизацией при помощи оптической линии.

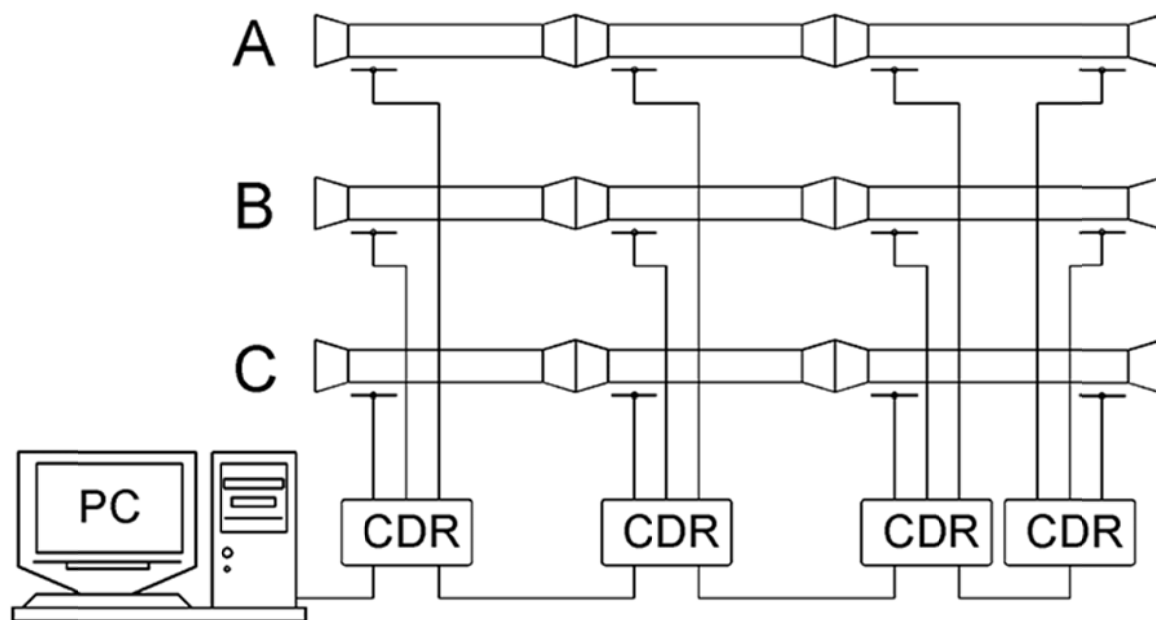


Рисунок 1. Структурная схема системы мониторинга кабельной линии

На рисунке 1 приведена структурная схема системы мониторинга кабельной линии с двумя соединительными муфтами в каждой фазе. Полно-

стью система мониторинга состоит из 4 приборов марки «CDR» и компьютера со специальным программным обеспечением. Поскольку расстояние не очень значительно, и существует техническая возможность прокладки оптической линии связи, то она используется для синхронизации процесса измерения. Система мониторинга кабельной линии с синхронизацией по сигналам GPS

Для контроля состояния длинных кабельных линий используются системы с глобальной синхронизацией. Передача информационных потоков в этом случае производится по обычным информационным каналам, которые на рисунке не показаны. Это доступные локальные сети предприятий, глобальные сети, и любые другие альтернативные каналы передачи информации. Подключение «CDR» к общей системе АСУ-ТП может осуществляться несколькими способами:

При помощи оптической линии связи.

При помощи изолированного интерфейса RS-485.

Для осуществления общего мониторинга и диагностики, как одной линии, так и нескольких, в комплекте с приборами поставляется программное обеспечение марки «iNVA».

Для передачи информации из системы мониторинга в систему АСУ-ТП может быть использован протокол ModBus RTU, или протокол IEC 61850.

В заключение следует отметить что, НВЭС одними из первых среди филиалов «Тюменьэнерго» применяют кабель 110 кВ с изоляцией нового поколения. Для мониторинга такой кабельной линии применяют систему CDR (Cables Diagnostics Relay), которая не только отслеживает состояние изоляции и степень развития частичных разрядов, но и автоматически определяет тип и место повреждения при его возникновении.

Применение системы контроля CDR позволит значительно снизить аварийные отключения, потери нефтедобычи, а также обеспечить бесперебойную перекачку нефти, снизить затраты на замену кабельных линий и оборудования, которое в момент аварии может выйти из строя, и в целом обеспечивает надежность электроснабжения.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Шемшурин А. А. Проблема обеспечения эксплуатационной надежности электрооборудования объектов энергетики / А. А. Шемшурин, С. А. Шемшурина ; отв. ред. А. Л. Портнягин // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. – С. 75-79.

2. Официальный сайт компании Димрус [Электронный ресурс] // Диагностические решения в энергетике. – Режим доступа: <http://www.dimrus.ru>.

**Автор:** А.Б. Нусратов, студент, [77365@bk.ru](mailto:77365@bk.ru)

**Научный руководитель:** С.А. Шемшурина, канд. пед. наук, доцент. Филиал Тюменского индустриального университета в г. Ноябрьске.

**Аннотация:** Надежность и качественное функционирование электротехнического оборудования, электрических сетей и систем зависит от технического состояния. Одним из способов определения состояния изоляции кабельных линий являются испытания повышенным напряжением. Решению данных проблем и посвящена статья.

**Ключевые слова:** надежность, диагностика, кабельные линии, изоляция.

#### **COMPREHENSIVE DIAGNOSIS of INSULATION of CABLE LINES 6(10) kV**

**Author:** B. Nusratov, student.

**Research Supervisor:** S.A. Shamshurina, PhD, Associate Professor. Branch of Industrial University of Tyumen in Noyabrsk.

**Annotation:** Reliability and high-quality operation of electrical equipment, electrical networks and systems depends on the technical condition. One way to determine the insulation condition of cable lines is to test the high voltage. The article is devoted to the solution of these problems.

**Key words:** reliability, diagnostics, cable lines, insulation.

УДК 622.276

#### **МОНИТОРИНГ ВНЕДРЕНИЯ ОПЫТНО-ПРОМЫСЛОВЫХ РАБОТ НА ПОВХОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

*Гаджиев М.Д., студент, Апасов Г.Т., канд. техн. наук, доцент,  
Тюменский индустриальный университет*

Для эффективности выработки запасов объектов разработки необходимо применять, как хорошо зарекомендовавшие себя технологии, так и изыскивать и испытывать новые. Для этого на месторождениях ТПП «Повхнефтегаз» постоянно апробируются новые реагенты и новейшие технологии химических методов повышения нефтеотдачи пластов [1].

Сравнение предварительных результатов проведенных опытно-промышленных работ с аналогичными технологиями, используемыми в промышленном применении на данных объектах, представлено в таблице 1 и на рисунках 1.

Таблица 1

Сравнение предварительных результатов опытно-промышленных работ, проведенных в 2014 году на месторождении ГПП «Повхнефтегаз»

Технология	Количество обработок, ед.	Дополнительная добыча нефти на 01.01.2015г., тыс. т	Удельный эффект, т/скважино - операцию по состоянию на 01.01.2015г	Продолжительность эффекта на 01.01.2015г., мес.
ОПР Галка-Термогель	9	7.984	887	7 месяцев
ОПР ГОС (ПАА Petropamp-104Г)	3	2.003	668	7 месяцев
ОПР ТВС-1	6	1.923	321	4 месяцев

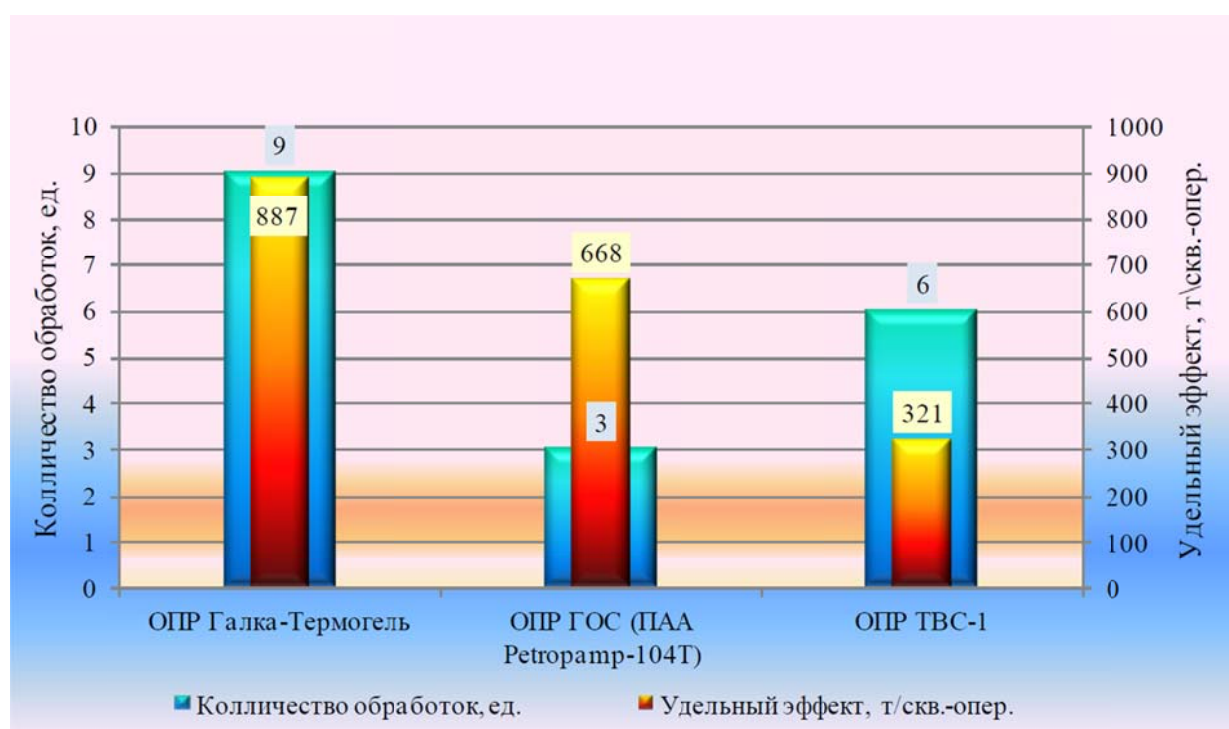


Рисунок 1. Сравнение предварительных результатов внедрения ОПР на Повховском месторождении (объект ЮВ<sub>1</sub>)

На Повховском месторождении опытные работы по апробации термотропной технологии ТВС-1 проведены в июле – августе 2014 г. на шести нагнетательных скважинах: 7337/444, 7184/446, 7193/446, 7197/446, 7370/446, 7343/447 [2]. В таблице 2 представлены скважины, обработанные по технологии ТВС-1. Объем композиции составил 200 м<sup>3</sup>.

Таблица 2

## Скважины, обработанные по технологии ТВС-1

Скважина	Куст	Пласт	Дата обработки	Реагирующие скважины	Дополнительная добыча нефти, тонн
7337	444	ЮВ1-1	14.07.14	7172Г, 7190Г, 7338, 7372Г	596
7184	446	ЮВ1-1	18.07.14	7185, 7192Г, 7194, 7199, 7205, 7206, 7340, 7341, 7348Г	538
7193	446	ЮВ1-1	08.08.14		
7197	446	ЮВ1-1	04.08.14	7190Г, 7191Г, 7278Г	512
7370	446	ЮВ1-1	12.08.14		
7343	447	ЮВ1-1	15.08.14	7186, 7342	277

Геолого-физические характеристики участка представлены в таблице 3.

Таблица 3

## Геолого-физические характеристики участка ОПР

Наименование параметра	Участок, р-он нагнетательных скважин, ОПР ТВС-1
Номера нагнетательных скважин	7337, 7184, 7193, 7197, 7370, 7343
Эффективная нефтенасыщенная толщина пласта, м	6.6
Пористость нефтенасыщенная части пласта, %	0.19
Расчленённость нефтенасыщенная части пласта	2
Текущие извлекаемые запасы, тыс. т	761.5
Накопленный отбор нефти, тыс. т	36.6
Накопленная закачанная вода, тыс. т.	57.0
Текущая нефтеотдача, %	26.6
Текущая компенсация отбора закачкой, %	91.7
Накопленная компенсация отбора закачкой	0.8
Текущий дебит по жидкости, т/сут	57.8
Средняя обводненность доб. продукции по участку, %	67.3
Текущий водонефтяной фактор	8.4
Накопленный водонефтяной фактор, д.е.	2.3

На рисунке 2 представлено карта текущих извлекаемых запасов, где видно расположение участка.

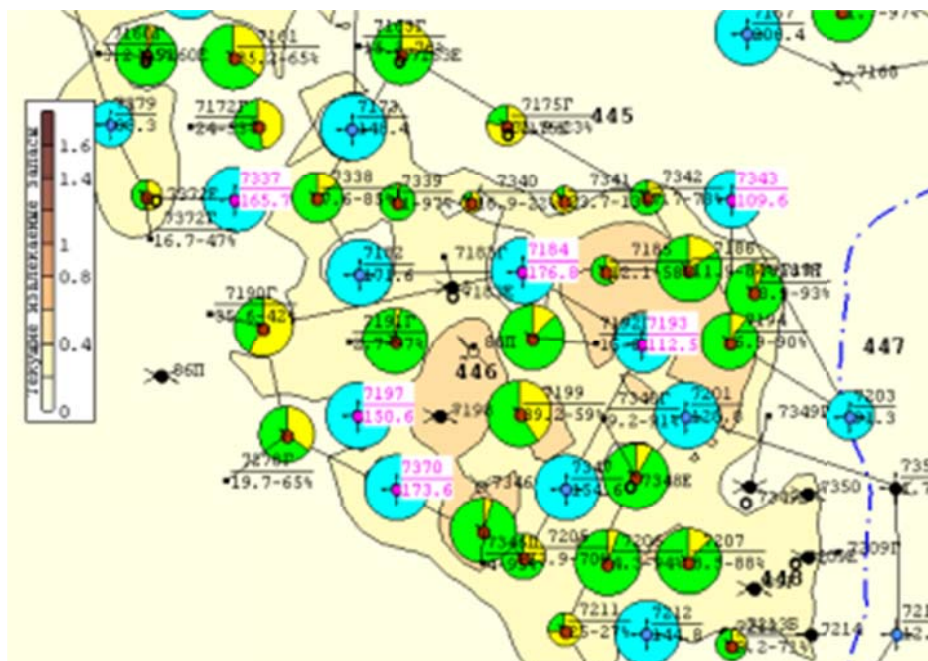


Рисунок 2. Опытно-промысловый участок испытания и внедрения технологии ТВС-1 на карте текущих извлекаемых запасов (3 кв. 2014 г.)

При расчете эффективности нагнетательные скважины разбиты на 4 участка; в участок №1 входит скважина №7337; в участок №2 - №№7184, 7193; в участок №3 - №№7197, 7370; участок №4 - №7343. Суммарная дополнительная добыча нефти составила на 01.01.2015 г – 1923 т. Средняя удельная эффективность составила 321 тонна скв/обр.

Предварительные результаты расчета, характеристика вытеснения приведены в таблице 4.

Таблица 4

Расчет технологической эффективности термотропной технологии ТВС-1 по участку нагнетательной скважины №7337

Месяц	Текущая добыча, тонн				Накопленная добыча, тонн			
	Факт		Прогноз		Факт		Прогноз	
	Нефть	Жидкость	Нефть	Жидкость	Нефть	Жидкость	Нефть	Жидкость
3	3 839	6 015			175 358	215 549		
4	3 568	5 651			178 926	221 200		
5	3 489	6 025			182 415	227 225		
6	3 298	5 845	3 298	5 845	185 713	233 070	185 713	233 070
7	3 266	5 908	3 182	5 888	188 979	238 978	188 895	238 958
8	2 698	5 357	2 587	5 434	191 677	244 335	191 482	244 392
9	2 475	5 484	2 425	5 402	194 152	249 819	193 907	249 794
10	2 529	5 957	2 382	5 478	196 681	255 776	196 289	255 272



Дополнительная добыча нефти, тонн			Обводненность % вес.		Текущая закачка факт		
Месяц	Текущая	Накопленная	Факт	Прогноз	Факт	Отработанное время, сутки	Приемистость
3			36.2		3 348	31	108.0
4			36.9		3 171	30	105.7
5			42.1		3 295	31	106.3
6	0	0	43.6	43.6	3 482	30	116.1
7	63	63	44.7	46.0	5 192	27	192.3
8	246	309	49.6	52.4	3 040	31	98.1
9	165	474	54.9	55.1	3 390	30	113.0
10	122	596	57.5	56.5	5 138	31	165.7

Итоги внедрения ОПР по ХМ ПНП за 2014 год по Повховскому месторождению:

По итогам 2014 года были проведены опытно-промышленные работы и получены следующие результаты:

Опытно-промысловые работы по апробации водорастворимого термо-гелеобразующего состава ТВС-1: Повховское (объект ЮВ11) - удельная эффективность – 321т/скв за 4 месяца. Эффект закончен.

Мониторинг эффективности будет продолжаться, на текущее время наблюдается незначительное снижение темпа роста обводненности, удельная эффективность значительно ниже эффективности уже применяющихся технологий в промышленном масштабе.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильина Г. Ф. Методы и технологии повышения нефтеотдачи для коллекторов Западной Сибири: учеб. пособие / Г. Ф. Ильина, Л. К. Алтунина. – Томск : Изд-во ТПУ, 2006. – 166 с.

2. Алтунина Л. К. Применение термотропных гелей для повышения нефтеотдачи / Л. К. Алтунина, В. А. Кувшинов // Нефтеотдача. – Специальное приложение к журналу «Нефть и капитал». – 2002. – № 5. – С. 28–35.

**Автор:** Гаджиев М.Д., студент, [gadzhievmd@tyuiu.ru](mailto:gadzhievmd@tyuiu.ru)

**Научный руководитель:** Апасов Г.Т., канд. техн. наук, доцент, Тюменский индустриальный университет.

**Аннотация:** На сегодняшний день выработка запасов из нефтеносных пластов традиционными способами является неудовлетворительной. При этом потребление нефтепродуктов во всем мире растет. В связи с этим на месторождениях постоянно апробируются новейшие технологии повышения нефтеотдачи пластов. В статье анали-



зируется эффективность ОНР по применению водорастворимого термо-гелеобразующего состава ТВС-1 на Повховском месторождении.

**Ключевые слова:** водорастворимый термо-гелеобразующий состав, апробация, эффективность, нагнетательные скважины, нефтеотдача.

## MONITORING OF INTRODUCTION OF SKILLED AND TRADE WORKS ON THE POVKHOVSKY FIELD

**Author:** Gadzhiev M.D., student, gadzhievmd@tyuiu.ru

**Research supervisor:** Apasov G.T., Ph.D., Associate Professor of Tyumen Industrial University.

**Abstract:** To date, the development of reserves from oil-bearing strata by traditional methods is unsatisfactory. At the same time, the consumption of oil products is growing all over the world. In connection with these deposits, the latest technologies for enhanced oil recovery are constantly being tested. The article analyzes the effectiveness of ODA on the use of water-soluble thermo-gelling material TVS-1 at Povkhovskoye field.

**Key words:** water-soluble thermo-gelling composition, approbation, efficiency, injection wells, oil recovery.

УДК (621.565.945)

## К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ

*Мартынова Н.М., студент; Арманова Н.А., студент; Степанова О.А., канд. техн. наук, доцент; Ермоленко М.В., канд. техн. наук.  
Государственный университет имени Шакарима города Семей*

Большое распространение в различных отраслях промышленности получили теплообменные аппараты (служат для передачи тепла от одних тел к другим). На рисунке 1 представлена классификация теплообменных аппаратов по принципу действия. Рекуперативные и регенеративные теплообменные аппараты являются поверхностными [1].



Рисунок 1. Классификация теплообменных аппаратов



Рисунок 2. Классификация теплообменных аппаратов по принципу взаимодействия теплоносителей

Классификация по принципу взаимодействия теплоносителей показана на рисунке 2 [2].

Для охлаждения или нагревания воздуха возможно использование рекуперативных теплообменных аппаратов. Исследованию эффективности работы такого оборудования посвящено большое количество работ [3, 4, 5].

В результате исследования были определены зависимость мощности теплового потока при противоточной и прямоточной схемах движения теплоносителей относительно объемного расхода охлаждаемого воздуха для воздухоохладителя (охлаждающая среда – вода) при начальных температурах воздуха 60, 70 и 80 °С соответственно и зависимость температуры охлаждающей воды на входе и выходе из воздухоохладителя относительно объемного расхода воздуха. Поверхность теплообмена равна 1000 м<sup>2</sup>, расход охлаждающей воды принят 0,089 м<sup>3</sup>/с, коэффициент теплопередачи 30,5 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Результаты представлены на рисунках 3 и 4.

Полученные результаты дают возможность при проведении тепловых расчетов воздухоохладителей часть необходимых данных определять по данным диаграммам.

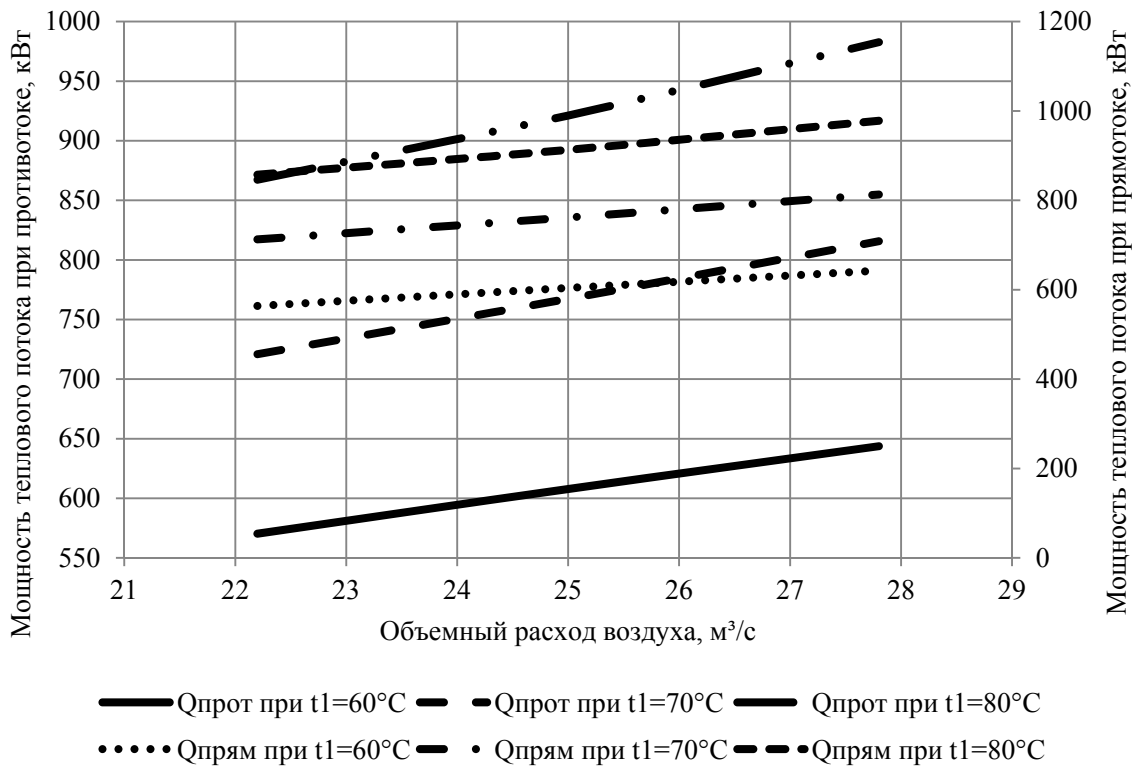


Рисунок 3. Зависимость мощности теплового потока при противотоке и прямотоке в зависимости от объемного расхода охлаждаемого воздуха

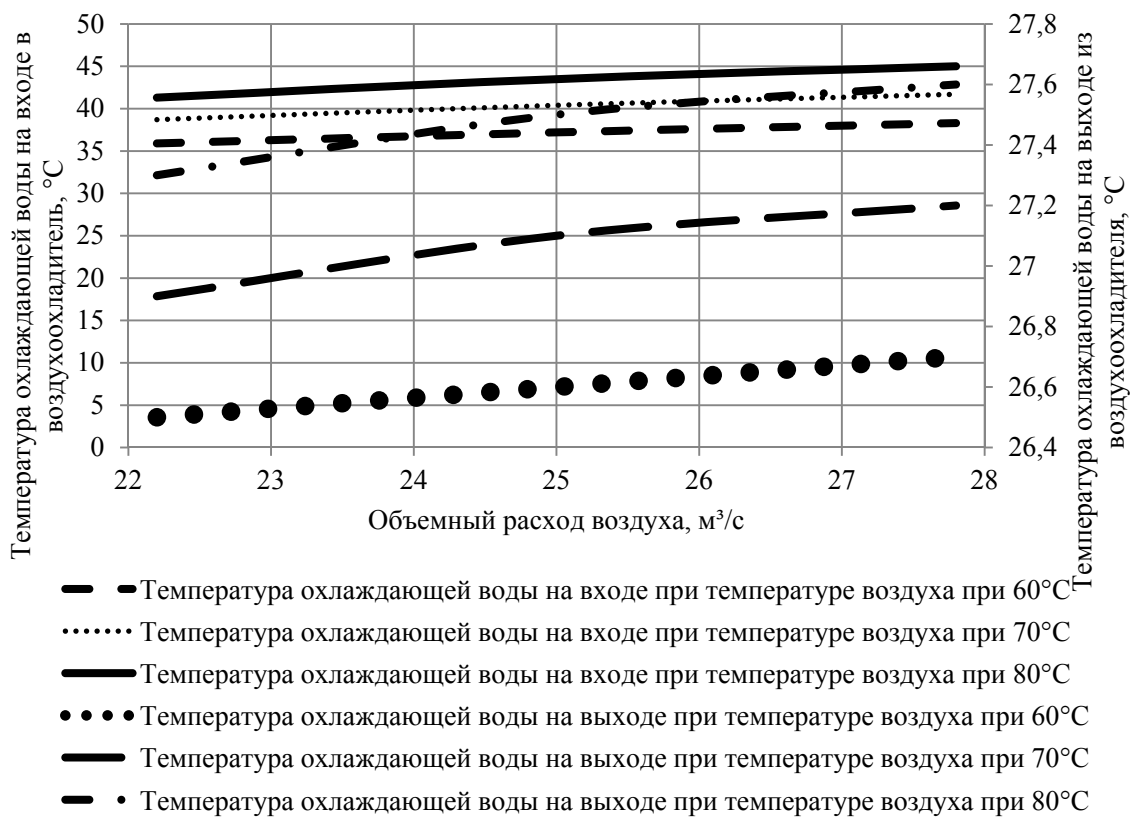


Рисунок 4. Зависимость температуры охлаждающей воды на входе и выходе из воздухоохладителя в зависимости от объемного расхода воздуха

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Теплотехника : учебник для студентов вузов / В. И. Крутов, А. М. Архаров, С. И. Исаев, И. А. Кожин. – Москва : Машиностроение, 1986. – 432 с.
2. Классификация теплообменных аппаратов [Электронный ресурс] // Ксирон-Холод. – Режим доступа: <http://www.xiron.ru/content/view/30568/28/>
3. Буренин В. В. Новые конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов для систем кондиционирования воздуха / В. В. Буренин // Холодильная техника. – 2010. – №1. – С. 26-29.
4. Кожевникова Е. В. Экспериментальное исследование эффективности методов расчета трубчато-пластинчатых воздухоохладителей при различных режимах образования конденсата / Е. В. Кожевникова, Т. А. Лопаткина // Холодильная техника и кондиционирование. – 2011. – №1. – С. 4-19.
5. Исследование энергоэффективности различных компоновок трубных пучков аппаратов воздушного охлаждения / Э. Р. Абдеев [и др.] // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2012. – №6. – С. 404-418.

**Авторы:** Н.М. Мартынова, студент [natalia.martyn\\_ova@mail.ru](mailto:natalia.martyn_ova@mail.ru); Н.А. Арманова, студент; О.А. Степанова, канд. техн. наук, доцент; М.В. Ермоленко, канд. техн. наук, и.о. асс. профессора. Государственный университет имени Шакарима города Семей.

**Аннотация:** В представленном материале рассмотрены основные способы классификации теплообменных аппаратов по различным принципам. Проведено исследование, в ходе которого были выявлены зависимость мощности теплового потока при противотоке и прямотоке в зависимости от объемного расхода охлаждаемого воздуха и зависимость температуры охлаждающей воды на входе и выходе из воздухоохладителя относительно объемного расхода воздуха. На основе проведенного исследования составлены диаграммы, используя которые в тепловых расчетах можно определить часть необходимых данных.

**Ключевые слова:** теплообмен, теплообменный аппарат, рекуперативный теплообменный аппарат, воздухоохладитель, противоток, прямоток, мощность теплового потока, объемный расход воздуха.

### THE QUESTION OF CALCULATION OF AIR COOLERS

**Authors:** Martynova N.M., Armanova N.A.

**Research supervisors:** Stepanova O.A., Ermolenko M.V. Shakarim state University of Semey.

**Abstract:** The article describes the main methods of classification of heat exchangers according to different principles. The article conducted research that revealed the dependence of the heat flow in the countercurrent and co-current flow depending on the volumetric flow of cooling air and the temperature of the cooling water at the inlet and outlet of the refrigerant depending on the volumetric flow of air. On the basis of the conducted research the diagrams are made, using which in thermal calculations it is possible to determine a part of necessary data.

**Keywords:** heat exchange, heat exchanger, recuperative heat exchanger, air cooler, counterflow, direct current, heat flow capacity, volumetric air flow.

## К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ЭКОНОМАЙЗЕРОВ

*Арманова Н.А., Умыржан Т.Н., Мартынова Н.М., студенты;*

*Степанова О.А., канд. техн. наук, доцент;*

*Ермоленко М.В., канд. техн. наук.*

*Государственный университет имени Шакарима города Семей*

Эффективность работы котельных агрегатов во многом зависит от работы хвостовых поверхностей нагрева: воздухоподогревателей экономайзеров, в которых нагрев осуществляется за счет тепла уходящих газов.

Экономайзеры используют для осуществления подогрева питательной воды. Как правило, экономайзеры делают из труб, которые согнуты в змеевики и собраны в пакеты. Трубы могут быть ребристые чугунные и гладкие стальные. Классификация экономайзеров показана на рисунке 1.



Рисунок 1. Классификация экономайзеров

Среди основных характеристик экономайзеров:

- схема присоединения;
- степень нагрева воды;
- размещение (групповое или индивидуальное).

Так как экономайзеры являются теплообменными аппаратами, то в основе их расчета лежат уравнения теплового баланса и теплопередачи, которые имеют следующий вид:

*уравнение теплового баланса:*

$$Q = G_1 c_1 (t_1' - t_1'') = G_2 c_2 (t_2'' - t_2'), \quad (1)$$

*уравнение теплопередачи:*

$$Q = kF\Delta t, \quad (2)$$

где  $Q$  – мощность теплового потока, передаваемого от горячего теплоносителя к холодному, кВт;

$G_1$  – расход горячего теплоносителя (дымовые газы), кг/с;

$G_2$  – расход холодного теплоносителя (нагреваемая вода), кг/с;

$c_1$  – удельная массовая изобарная теплоемкость горячего теплоносителя (дымовые газы), кДж/(кг·К);

$c_2$  – удельная массовая изобарная теплоемкость холодного теплоносителя (нагреваемая вода), кДж/(кг·К);

$t_1', t_1''$  – температура горячего теплоносителя (дымовые газы) на входе и выходе из экономайзера, °С;

$t_2', t_2''$  – температура холодного теплоносителя (нагреваемая вода) на входе и выходе из экономайзера, °С;

$k$  – коэффициент теплопередачи, кВт/(м<sup>2</sup>·К);

$\Delta t$  – температурный напор, °С.

Значение температурного напора может быть определено как среднеарифметическое или среднелогарифмическое и зависит от того, какая схема движения теплоносителей принята: прямоточная или противоточная. Прямоточная схема предполагает движение теплоносителей в одном направлении параллельно друг другу, противоточная – движение теплоносителей параллельное в противоположных направлениях.

Целью исследования было установление зависимости поверхности теплообмена экономайзера и температурного напора между горячим (дымовые газы) и холодным (нагреваемая в экономайзере вода) теплоносителями в зависимости от температуры горячего теплоносителя (дымовые газы) на выходе из экономайзера. При этом принято условие, что температура нагреваемой воды на входе равна 40 °С, а на выходе 140 °С; коэффициент теплопередачи равен 16,3 Вт/(м<sup>2</sup>·К); температура горячего теплоносителя (дымовые газы) на входе оставалась постоянной и равна 350 °С, а температура на выходе изменялась от 145 до 155 °С. В результате был построен график, представленный на рисунке 2.

Анализ полученных данных показал, что с ростом температуры горячего теплоносителя, которым являются дымовые газы, на выходе из экономайзера происходит увеличение среднелогарифмических температурных напоров, а поверхность теплообмена экономайзера уменьшается. Это справедливо как для прямоточной, так и для противоточной схем движения дымовых газов и нагреваемой воды. Полученный график может быть использован при проведении тепловых расчетов экономайзеров котельных агрегатов, выполненных из гладких стальных труб.

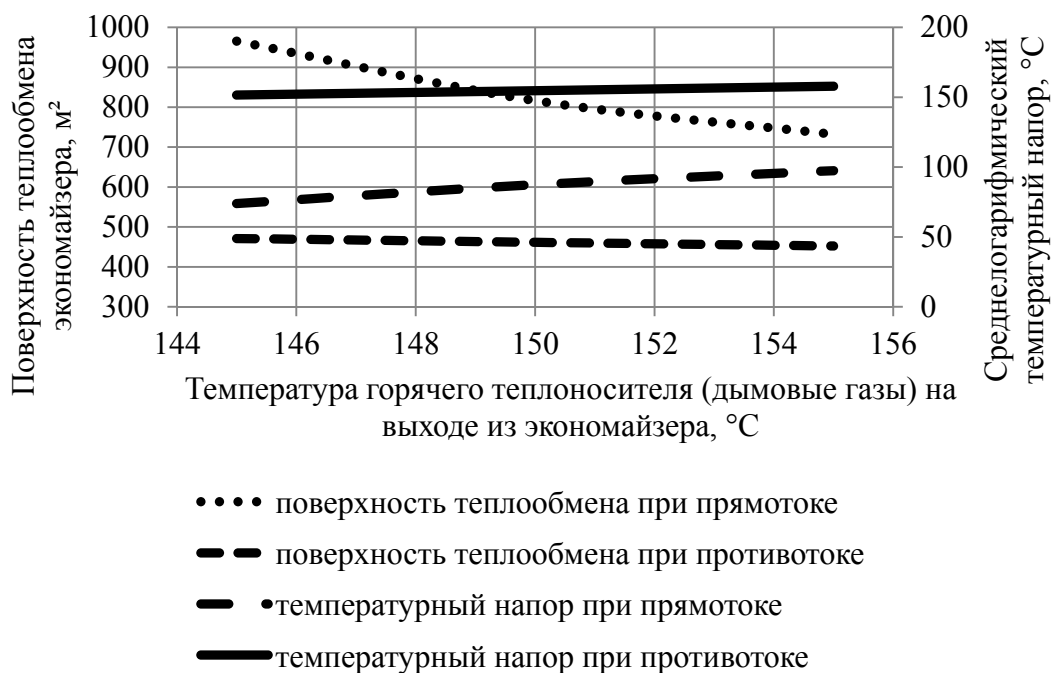


Рисунок 2. Зависимость поверхности теплообмена экономайзера и среднелогарифмического температурного напора в зависимости от температуры горячего теплоносителя

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лебедев П. Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки : учебник для студентов технических вузов / П. Д. Лебедев. – Москва : Энергия, 1972. – 319 с.
2. Экономайзеры паровых котлов [Электронный ресурс] // Наука. – Режим доступа: <http://ru.science.wikia.com/wiki/>.

**Авторы:** Арманова Н.А., Умыржан Т.Н., Мартынова Н.М., студенты, timirlan-95@mail.ru.

**Научные руководители:** Степанова О.А., канд. техн. наук, доцент, Ермоленко М.В., канд. техн. наук, Государственный университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан.

**Аннотация:** Данная статья посвящена эффективности работы экономайзеров котельных агрегатов и влиянию температуры дымовых газов на значение температурного напора и размеры поверхностей теплообмена.

**Ключевые слова:** экономайзер, тепловой баланс, теплообмен, теплоноситель.

## TO THE QUESTION OF CALCULATION OF ECONOMIZERS

**Authors:** Armanova N.A., Umyrzhhan T.N., Martynova N.M., students, timirlan-95@mail.ru

**Research supervisors:** Stepanova O.A., PhD, Associate Professor, Ermolenko M.V., PhD, Associate Professor, State University of Shakarim in Semey.

**Abstract:** This article is devoted to the efficiency of economizers of boiler units and the effect of flue gas temperature on the value of the temperature head and the dimensions of heat exchange surfaces.

**Key words:** economizer, heat balance, heat exchange, coolant.

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ «ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАЛИЙ-НАТРИЕВЫХ И КАЛЬЦИЙ-НАТРИЕВЫХ ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ ПРИ ПОМОЩИ РЕНТГЕНОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА <i>Артемьева Т.П., Константинович Э.А., Косьянов П.М., Валиева А.Ф</i>	3
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ СТЕНКИ СО ВДУВОМ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ <i>Нурисламов О.Р.</i>	8
РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МАЯТНИКОВ <i>Исламгулов Д.Р., Гасымов Э.А.</i>	15
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ПОСОБИЯ ПО СИСТЕМАМ СЧИСЛЕНИЯ <i>Яубосарова Д.Р., Хусаинов И.Г.</i>	23
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА <i>Савельева Н.Н.</i>	26
ВЫВОД ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛЕНоиДА ПРИ ПОМОЩИ ЗАКОНА БИО-САВАРА-ЛАПЛАСА <i>Чифилёв С.М., Велиев Р.А. о., Косьянов П.М.</i>	30
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ КОНКУРЕНТНО-СПОСОБНОГО СПЕЦИАЛИСТА НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ <i>Середина О.Н., Хасанишина А.А., Лаптева С.В.</i>	35
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ В АВТОМАТИЗАЦИИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ <i>Лукьянов Д.Р., Середина О.Н., Лаптева С.В.</i>	40
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТРЁХМЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ «BLENDER» <i>Зиновьева Е.И., Аввакумова Т.Д., Романова Е.А.</i>	45
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ШИРОТЫ ЗЕМЛИ <i>Леонова А.Е., Стефанцов К.И.</i>	48
ВЫЧИСЛЕНИЕ ЯКОБИАНОВ ПОЛЯ СКОРОСТИ – ТЕМЫ СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ РАБОТ <i>Козлов А.В., Овсянников В.М., Тамер О.С.</i>	54
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОДАЖИ АВТОМОБИЛЕЙ <i>Федоров А.В., Хусаинова Г.Я.</i>	57
РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА <i>Агапов М.А., Хусаинова Г.Я.</i>	60



## **СЕКЦИЯ «ХИМИЯ, ЭКОЛОГИЯ, БЖД»**

СИНТЕЗ ЦИКЛИЧЕСКИХ ТРИКЕТОНОВ – ИСХОДНЫХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ АМИНОВ <i>Васильева Н.Г., Лахвич Ф.А., Козлова-Козыревская А.Л., Бельчина А.Л.</i>	65
ПОЛИВИНИЛОВЫЙ СПИРТ В ОСНОВЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ <i>Валиева А.Ф.</i>	69
ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ <i>Козлова-Козыревская А.Л., Васильева Н.Г.</i>	74
ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ <i>Аитов И.С.</i>	77
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗРУШЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ <i>Шулегин А.Ю., Сивков Ю.В.</i>	82
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ <i>Глотов А.В., Сивков Ю.В.</i>	86
УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫХОДА ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА ПРИ ПРОЦЕССЕ ПИРОЛИЗА <i>Метелкина Ю.Е., Лосева Н.И.</i>	89
ЭТБЭ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ВЫСОКООКТАНОВАЯ ДОБАВКА К МОТОРНЫМ ТОПЛИВАМ <i>Рахимов А.В., Лосева Н.И.</i>	94
АНАЛИЗ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. НИЖНЕВАРТОВСКА <i>Бабюк Г.Ф.</i>	96
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ТЕЛЕФОНА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА <i>Федорова В.В., Бабюк Г.Ф.</i>	101
ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ АВТОШИН <i>Чемерис Е.И., Бабюк Г.Ф.</i>	106
ОТНЕСЕНИЕ НЕФТЯНОГО ШЛАМА К КЛАССУ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ <i>Тавадзе Б.Д., Потапов И.П.</i>	111
СТЕПЕНЬ ПОРАЖЕНИЯ И ОМЕРТВЛЕНИЯ ЛИСТА В ГОРОДСКИХ АГРОЦЕНОЗАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФАКТОРОВ АНТРОПОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ. <i>Тавадзе Б.Д., Шокарев А.</i>	116

## **СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»**

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ЛАЗЕРНОГО ПИНЦЕТА ДЛЯ ФИЗИОТЕРАПИИ <i>Зюзин Д.А., Меркулов Е.Г., Костоусов Н.А., Ахметов А.М., Баранов В.Н.</i>	119
СПОСОБ ИНТЕРВАЛЬНОГО МНОГОСТАДИЙНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА В НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИНАХ <i>Середина О.Н., Мартыненко Н.К.</i>	122
СЕТЕВОЙ ФИЛЬТР ИЛИ СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ? <i>Середина О.Н., Белоус М.В., Аникин И.Ю.</i>	128
МЕТОДЫ БОРЬБЫ С РАЗЛИВАМИ НЕФТИ В АРКТИКЕ С ЦЕЛЬЮ СОХРАНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ <i>Хасанишина А.А., Мартыненко Н.К.</i>	132
ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ В МЕСТАХ, ОТДАЛЕННЫХ ОТ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ <i>Жунусалиев Ч.Ж., Хисматуллин Д.Ю., Лаптева С.В.</i>	138
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ДЕРЕВА ПРИ ПРОТАСКИВАНИИ ЕГО ХАРВЕСТЕРНОЙ ГОЛОВКОЙ <i>Курсов И.В., Войнаш С.А., Войнаш А.С., Маршалов Э.С.</i>	141
УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ – МАТЕРИАЛ БУДУЩЕГО <i>Иващенко Д.А.</i>	145
ИНИЦИИРОВАНИЕ РАДИКАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ В ОРГАНИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕ ГУМУСОВОГО ТИПА <i>Александров В.М.</i>	149
АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА – ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА <i>Трунов А.В., Золотов А.Д.</i>	154
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ ОТ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ К ПОВЕРХНОСТИ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЯ <i>Надырова А.Р., Умыржан Т.Н., Степанова О.А., Ермоленко М.В., Золотов А.Д.</i>	158
ПЕННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ <i>Михалёв В.В., Лукьянов Д.Р., Шевнина Т.Е.</i>	161
ОПТИЧЕСКИЕ ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В СИСТЕМАХ СПЕКТРАЛЬНОГО УПЛОТНЕНИЯ ВОЛС <i>Коновалов Р.А., Логачев В.Г.</i>	166
ВОЛНОВОЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕРФОРАЦИИ НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЫ <i>Шаехмурзина И.С., Хусаинов И.Г.</i>	171
ЦИФРОВИЗАЦИЯ И НЕФТЕГАЗОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ <i>Горбунов А.А., Спасибов В.М.</i>	174

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА <i>Белоус М.В., Хасаншина А.А., Насаналиева Р.Ш., С.В. Кручинин С.В.</i>	179
ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>Кормин А.М., Аникин И.Ю., Лаптева С.В.</i>	183
ПОДБОР РАСХОДОМЕРОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ <i>Половников Е.В., Дудкин Я.К., Артюшенко Д.А.</i>	186
ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЗЕОТРОПНОЙ ОСУШКИ ПРОПАНА В СРАВНЕНИИ С ЦЕОЛИТНОЙ <i>Крюков Д.О., Дерюгина О.П.</i>	190
АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС <i>Адвахов А.Н., Бабюк Г.Ф.</i>	192
ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ВЛ 6-110 кВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА <i>Андриевский С.Н., Грамадчукова В.Н., Шемшурина С.А.</i>	196
КОМПЛЕКСНАЯ ДИАГНОСТИКА ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ 6(10) кВ <i>Нусратов А.Б., Шемшурина С.А.</i>	200
МОНИТОРИНГ ВНЕДРЕНИЯ ОПЫТНО-ПРОМЫСЛОВЫХ РАБОТ НА ПОВХОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ <i>Гаджиев М.Д., Апасов Г.Т.</i>	204
К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ <i>Мартынова Н.М., Арманова Н.А., Степанова О.А., Ермоленко М.В.</i>	209
К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ЭКОНОМАЙЗЕРОВ <i>Арманова Н.А., Умыржан Т.Н., Мартынова Н.М., Степанова О.А., Ермоленко М.В.</i>	213

*Научное издание*

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ XXI ВЕКА**

*Материалы XVI Международной научно-практической конференции  
студентов, аспирантов, учёных, педагогических работников  
и специалистов-практиков  
(Нижневартовск, 20 апреля 2018 г.)*

*Том II*

В авторской редакции

Подписано в печать 18.12.2018. Формат 60х90 1/16. Печ. л. 13,75.  
Тираж 500 экз. Заказ № 1321.

Библиотечно-издательский комплекс  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Тюменский индустриальный университет».  
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.  
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.