**Международная Объединенная Академия Наук
Межрегиональный Гуманитарно-Технический Университет**

Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук

Сборник научных трудов

**по материалам
XXI международной научной конференции**

12 марта 2019 г.

Санкт-Петербург 2019

УДК 501
ББК 30

Н34

Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук.
Сборник научных трудов, по материалам XXI международной
научно-практической конференции 12 марта 2019 г. Изд. ЦНК
МОАН, 2019. – 60с.

SPLN 001-000001-0406-TT
DOI 10.18411/spc-12-03-2019
IDSP sciencepublic-12-03-2019

В сборнике научных трудов собраны материалы из
различных областей научных знаний. В данном издании
приведены все материалы, которые были присланы на
XXI международную научно-практическую конференцию
Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук

Сборник предназначен для научных работников,
преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в сборнике, опубликованы в
авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные
статьи. Ответственность за информацию, размещенную в
материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в
систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и
научометрическую базу SPINDEX

Электронная версия сборника доступна на сайте ЦНК
МОАН. Сайт центра: conf.sciencepublic.ru

УДК 501
ББК 30

SPLN 001-000001-0406-TT

<http://conf.sciencepublic.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ I. МАТЕМАТИКА	5
Поленов В.С. Математическое моделирование процесса затухания волн в наследственно-упругих пористых средах.....	5
РАЗДЕЛ II. ФИЗИКА	10
Григорьев Е.А. Фундаментальные свойства тороидальных токовых структур	10
РАЗДЕЛ III. ХИМИЯ.....	16
Мамедова Ф.С., Аббасов А.Д. Факторы, влияющие на водный баланс Нахчыванской автономной республики.....	16
Рзагулиев В.А., Керимли О.Ш., Мамедов Ш.Г., Алиев О.М. Исследование квазибинарного разреза $\text{Cu}_2\text{SnS}_3\text{-Ag}_2\text{SnS}_3$ В квазитройной системе $\text{Ag}_2\text{S-Cu}_2\text{S-SnS}_2$	20
РАЗДЕЛ IV. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	22
Махмуд Залийха, Герасимова Т.В. Исследование типов технологий отображения виртуальной реальности поддерживаемых игровыми движками	22
Сенченко Д.А. Обоснование применения веб-технологий в управлении услугами кафе.....	27
РАЗДЕЛ V. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	30
Гуренко В.В. Применение спектральных алгоритмов имитации сигналов для отработки режимов информационно-измерительных систем.....	30
Наурызбаев Р.К., Сансызбаев К.К., Кошанова Ш.К., Наурызбаев А.Р. Инновационный передаточный механизм с гибкой структурой и общим функциональным назначением	32
Панайоти В.А., Копытова Е.В., Клягин М.М. Анализ состояния поверхностного слоя быстрорежущих сталей после шлифования с ТСМ	37
Поленин В.И. Явление единой причинности дипольной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта лучом лазера и сигналом РЛС	40
Савичева Ю.Н., Валиева А.В., Выдрин К.В. Выбор материала одежды при работе с патогенными микроорганизмами	52

Цой Ю.И., Блинов А.К., Поликарпов В.Ю., Ковалевич Р.Ю. Кинетика сушки лакокрасочных материалов при отделке древесины	54
Щигорев В.Ю., Официн С.И. Технология использования альтернативных возобновляемых источников энергии в небольших фермерских хозяйствах	55

РАЗДЕЛ I. МАТЕМАТИКА

Поленов В.С.

Математическое моделирование процесса затухания волн в наследственно-упругих пористых средах

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е.Жуковского и Ю.А. Гагарина»
(Россия, Воронеж)

doi:10.18411/spc-12-03-2019-01

idsp: sciencepublic-12-03-2019-01

Аннотация

Разработана математическая модель динамического деформирования двухкомпонентной среды, когда одна из компонент представляет наследственно-упругую среду, а другая – сжимаемую жидкость.

Ключевые слова: среда, пористость, компонента, волна, жидкость, напряжение, перемещение.

Исследование динамического деформирования волновых процессов в насыщенной наследственно-упругой пористой среде очень важно для разработки новых методов диагностики и новых технологий по созданию двухкомпонентных сред, которые могли бы быть применены в области машиностроения, приборостроения, металлургии и атомной энергетике.

Пористость наследственно-упругой среды, насыщенной жидкостью, необходимо так же учитывать при решении значительного числа прикладных задач, возникающих в различных областях человеческой деятельности (грунты, пеноматериалы, различные цементные растворы, песок, пористая керамика).

Однако сложность описания эффектов взаимодействия компонент, теплообмена и других сопутствующих процессов привели к тому, что до настоящего времени общепринятые модели (наследственно-упругая среда – жидкость) полностью не изучены.

Распространению упругих волн в двухкомпонентных пористых средах посвящены работы [1-6], в которых изучаются стационарные и нестационарные волны.

В статье рассматривается гармоническое деформирование волновых процессов в насыщенной жидкостью двухкомпонентной упругой среде, наследственные свойства которой описываются ядром последдействия Абеля интегро-дифференциальных соотношений Больцмана - Вольтера, а вторая – сжимаемая жидкость.

Систему уравнений движения двухкомпонентной среды в перемещениях для одномерного случая в операторной форме запишем в виде

$$\begin{aligned}\bar{\mu}u_{,xx}^{(1)} + \bar{Q}u_{,xx}^{(2)} &= \rho_{11}\ddot{u}^{(1)} + \rho_{12}\ddot{u}^{(2)} \\ \bar{Q}u_{,xx}^{(1)} + \bar{R}u_{,xx}^{(2)} &= \rho_{12}\ddot{u}^{(1)} + \rho_{22}\ddot{u}^{(2)}\end{aligned}\quad (1)$$

где $\bar{\mu}$ – упругий оператор сдвига; операторы $\bar{Q} = (1 - m)R_0$, $\bar{R} = mR_0$, зависящие от пористости среды и модуля сжимаемости жидкости; m – пористость, R_0 – модуль сжимаемости жидкости, ρ_{11} – эффективная плотность наследственно-упругой компоненты, ρ_{22} – эффективная плотность жидкости, ρ_{12} – коэффициент динамической связи наследственно-упругой компоненты и жидкости, запятая означает дифференцирование по координате x , точка означает дифференцирование по времени

t ., индексы в круглых скобках относятся: 1 – к наследственно-упругой компоненте, 2 – к жидкости.

Запишем систему (1) в безразмерной форме

$$\begin{aligned} G^2(\bar{\sigma}_{11}u_{,xx}^{(1)} + \bar{\sigma}_{12}u_{,xx}^{(2)}) &= \gamma_{11}\ddot{u}^{(1)} + \gamma_{12}\ddot{u}^{(2)} \\ G^2(\bar{\sigma}_{12}u_{,xx}^{(1)} + \bar{\sigma}_{22}u_{,xx}^{(2)}) &= \gamma_{12}\ddot{u}^{(1)} + \gamma_{22}\ddot{u}^{(2)} \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь $\bar{\sigma}_{11} = \frac{\bar{\mu}}{H}$ – наследственно-упругий оператор, $\bar{\sigma}_{12} = \frac{\bar{Q}}{H}$, и $\bar{\sigma}_{22} = \frac{\bar{R}}{H}$ – операторы коэффициентов Q и R .

$$\begin{aligned} H &= \mu_1 + 2Q_1 + R_1, \quad \rho = \rho_{11} + 2\rho_{12} + \rho_{22} \\ \gamma_{11} &= \frac{\rho_{11}}{\rho}, \quad \gamma_{12} = \frac{\rho_{12}}{\rho}, \quad \gamma_{22} = \frac{\rho_{22}}{\rho}, \quad G = \sqrt{\frac{H}{\rho}} \end{aligned} \quad (3)$$

При этом должны выполняться условия

$$\mu_1 + 2Q_1 + R_1 = \rho_{11} + 2\rho_{12} + \rho_{22} = 1 \quad (4)$$

Решение системы (2) будем искать в виде затухающих волн

$$u^{(k)} = C_k e^{i\omega t - (\alpha + i\beta)x} \quad (k = 1, 2) \quad (5)$$

где C_k – амплитуда волны; α – коэффициент затухания; ω – круговая частота; $\beta = \frac{\omega}{c}$ – фазовая постоянная; c – скорость волны; $i = \sqrt{-1}$ – мнимая единица.

Подставим значения $u^{(1)}$ и $u^{(2)}$ в систему (2), получим

$$\begin{aligned} [\gamma_{11}\omega^2 + \bar{\sigma}_{11}G^2(\alpha + i\frac{\omega}{c})^2]C_1 + [\gamma_{12}\omega^2 + \bar{\sigma}_{12}G^2(\alpha + i\frac{\omega}{c})^2]C_2 &= 0 \\ [\gamma_{12}\omega^2 + \bar{\sigma}_{12}G^2(\alpha + i\frac{\omega}{c})^2]C_1 + [\gamma_{22}\omega^2 + \bar{\sigma}_{22}G^2(\alpha + i\frac{\omega}{c})^2]C_2 &= 0 \end{aligned} \quad (6)$$

Однородная система (6) имеет единственное решение в том случае, если ее определитель, составленный из коэффициентов при неизвестных C_1 и C_2 , равен нулю. Раскроем данный определитель, получим биквадратное уравнение относительно $\alpha + i\frac{\omega}{c}$

$$\begin{aligned} (\bar{\sigma}_{11}\bar{\sigma}_{22} - \bar{\sigma}_{12}^2)G^4(\alpha + i\frac{\omega}{c})^4 + (\gamma_{11}\bar{\sigma}_{22} + \gamma_{22}\bar{\sigma}_{11} - 2\gamma_{12}\bar{\sigma}_{12})G^2(\alpha + i\frac{\omega}{c})^2 + a\omega^4 &= 0 \\ a &= \gamma_{11}\gamma_{22} - \gamma_{12}^2 \end{aligned} \quad (7)$$

Упругий оператор $\bar{\sigma}_{11}$ выразим через ядро последействия Абеля, который в пространстве Фурье выражается формулой [7-9]

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_{11}(\omega) &= \{J_\infty[1 + \nu_\mu \frac{1}{(i\omega\tau)^\gamma}]\}^{-1} \\ \nu_\mu &= \frac{J_\infty - J_0}{J_\infty}, \quad 0 < \gamma \leq 1 \end{aligned} \quad (8)$$

где τ – время ретардации, ω – круговая частота, J_∞ – нерелаксированное значение податливости, J_0 – релаксированное значение податливости, γ – параметр дробности $0 \leq \gamma \leq 1$, учитывающий структурные изменения, связанные с эксплуатацией материала. Операторы $\bar{\sigma}_{12}$ и $\bar{\sigma}_{22}$ в данной задаче равны коэффициентам σ_{12} и σ_{22} .

С учетом (8) уравнение (7) запишем в виде

$$(\gamma_1 + i\gamma_2)G^4(\alpha + i\frac{\omega}{c})^4 + (\Gamma_1 + i\Gamma_2)G^2\omega^2(\alpha + i\frac{\omega}{c})^2 + a\omega^4 = 0 \quad (9)$$

$$\gamma_1 = \sigma_{22}d_1 - \sigma_{12}^2, \quad \gamma_2 = \sigma_{22}d_2, \quad d_1 = \frac{1}{k}[(\omega\tau)^\gamma + \nu_\mu \cos \frac{\pi\gamma}{2}], \quad d_2 = \frac{1}{k}\nu_\mu \sin \frac{\pi\gamma}{2}$$

$$\Gamma_1 = \gamma_{11}\sigma_{22} + \gamma_{22}d_1 - 2\gamma_{12}\sigma_{12}, \quad \Gamma_2 = \gamma_{22}d_2, \quad k = J_\infty[(\omega\tau)^\gamma + 2\nu_\mu \cos \frac{\pi\gamma}{2} + \nu_\mu^2(\omega\tau)^{-\gamma}]$$

Для получения характеристик звуковых волн, разделим (9) на $(\alpha + i\frac{\omega}{c})^4$ и введем замену

$$z^* = \frac{1}{(\alpha + i\frac{\omega}{c})^2} \quad (10)$$

где z^* – комплексное число.

Тогда (9) сводится к квадратному уравнению относительно z^*

$$a\omega^4 z^{*2} + (\Gamma_1 + i\Gamma_2)G^2\omega^2 z^* + (\gamma_1 + i\gamma_2)G^4 = 0 \quad (11)$$

Из (11) находим

$$z^* = -\frac{G^2}{2a\omega^2}(b_1 + ib_2)$$

$$b_1 = \Gamma_1 \pm \sqrt{r_1} \cos \frac{\varphi_1}{2}, \quad b_2 = \Gamma_2 \mp \sqrt{r_1} \sin \frac{\varphi_1}{2} \quad (12)$$

$$r_1 = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}, \quad a_1 = \Gamma_1^2 - \Gamma_2^2 - 4a\gamma_1, \quad a_2 = 2(\Gamma_1\Gamma_2 - 2a\gamma_2)$$

$$\varphi_1 = \arctg \frac{a_2}{a_1}, \quad 0 \leq \varphi_1 \leq \frac{\pi}{2}$$

Из (12) следует, что в наследственно-упругой пористой среде существует два типа звуковых волн.

С учетом (10) в соотношении (12) разделим мнимую и действительную части, получим

$$\alpha^2 - \beta^2 = -\frac{2a\omega^2 b_1}{G^2(b_1^2 + b_2^2)}, \quad \alpha\beta = \frac{a\omega^2 b_2}{G^2(b_1^2 + b_2^2)}, \quad \beta = \frac{\omega}{c} \quad (13)$$

где β – фазовая постоянная.

Из системы (13) найдем коэффициент затухания α волны и фазовую постоянную β

$$\alpha = \frac{\omega}{G} \frac{b_2 \sqrt{a}}{\sqrt{(b_1^2 + b_2^2)(b_1 + \sqrt{b_1^2 + b_2^2})}}, \quad \beta = \frac{\omega}{G} \sqrt{\frac{a(b_1 + \sqrt{b_1^2 + b_2^2})}{b_1^2 + b_2^2}} \quad (14)$$

Скорость волны определим из формулы

$$c = G \sqrt{\frac{b_1^2 + b_2^2}{a(b_1 + \sqrt{b_1^2 + b_2^2})}} \quad (15)$$

Так как в формуле (12) коэффициенты b_1 и b_2 имеют знаки $(\pm)$, то в наследственно-упругой, насыщенной жидкостью пористой среде существует две звуковые волны c_1 и c_2 .

Тангенс угла механических потерь определим по формуле

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\Gamma_2 \mp \sqrt{r_1} \sin \frac{\varphi_1}{2}}{\Gamma_1 \pm \sqrt{r_1} \cos \frac{\varphi_1}{2}} \quad (16)$$

Введем следующее обозначение

$$\eta = \sqrt{1 + \left(\frac{b_2}{b_1}\right)^2} \quad (17)$$

Тогда коэффициент затухания и скорость волны запишем в виде

$$\alpha = \frac{\omega}{G} \sqrt{\frac{a(\eta-1)}{b_1\eta^2}} \quad (18)$$

$$c = G \sqrt{\frac{b_1\eta^2}{a(\eta-1)}}$$

На рис. 1 и 2 показаны зависимости скорости и коэффициента затухания от логарифма температуры при следующих фиксированных значениях: $J_\infty = 1$, $\nu_\mu = 1$, $\omega = 1$, $\sigma_{12} = 0.05$, $\sigma_{22} = 0.25$, $\gamma_{11} = 0.95$, $\gamma_{12} = -0.001$, $\gamma_{22} = 0.05$. Значения параметра дробности γ указаны на рисунках.

На рис.1 показана зависимость скорости звуковой волны от логарифма температуры, так как $\omega\tau$ зависит не только от частоты ω , но и от температуры T , которая связана с законом Аррениуса [10]. Из рис.1 следует, что графики функции $c/G = \ln \tau$ при $\tau \rightarrow -\infty$ приближаются к нулю, а при $\tau \rightarrow +\infty$ медленно возрастают и достигают максимального значения. Влияние параметра дробности γ проявляется в том, что при уменьшении параметра кривые на графике становятся более пологими.

Рисунок 1. Зависимость скорости распространения волн от логарифма времени ретардации

Рисунок 2. Зависимость коэффициента затухания от логарифма времени ретардации

Из рис. 2. следует, что при $\ln \tau \rightarrow \pm\infty$ кривые приближаются к нулю и при $\ln \tau = 0$ достигает своего максимального значения. Параметр дробности γ существенно влияет на форму кривых. При увеличении параметра кривые становятся пикообразнее и лишь на небольшом участке поднимаются над осью абсцисс. С уменьшением параметра дробности кривые медленно приближаются к оси абсцисс и пики графика исчезают. Коэффициент затухания волн становится более равномерным.

1. Biot M.A. Theory propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid I. Low-Frequency Range // J. Acoust. Soc. America. 1956. v. 28. № 2. P. 168-178
2. Косачевский Л. Я. О распространении упругих волн в двухкомпонентных средах // ПММ. 1959 Т. 23. Вып. 6. С. 1115 - 1123.
3. Масликова Т.И., Поленов В.С. О распространении нестационарных упругих волн в однородных пористых средах // Изв. РАН. МТТ. 2005. № 1. С. 104 - 108.
4. Борисов А.В., Буренин А.А., Поленов В.С., Чигарев А.В. Волновая динамика неоднородных и нелинейных структур с приложением к геомеханике и биомеханике // Смоленск. Универсум. 2015. 443 с.
5. Polenov V.S., Chigarev A.V. Mathematical modeling of shock waves in inhomogeneous viscoelastic two component media // Journal of Applied Mathematics and Physics. 2018. 6. (5). P. 997-1005.
6. Кукарских Л.А., Поленов В.С. Волновая динамика двухкомпонентных сред // Воронеж. ВУНЦ ВВС. «ВВА». 2017. 174 с.
7. Работнов Ю.Н. Равновесие упругой среды с последствием // ПММ. -1948.-Т. 12.-Вып. 1.-С. 53-62.
8. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций // М. Наука.- 1966. 752 с.
9. Мешков С.И., Россихин Ю.А. О распространении звуковых волн в наследственно упругой среде // ПМТФ.-1968.-№ 5. –С. 89-93.
10. Постников В.С. Внутреннее трение в металлах // М. Металлургия, 1974. 351 с.

РАЗДЕЛ II. ФИЗИКА

Григорьев Е.А.

Фундаментальные свойства тороидальных токовых структур

СПбГУ (ЛГУ)

(Россия, Санкт-Петербург)

doi:10.18411/spc-12-03-2019-02

idsp: sciencepublic-12-03-2019-02

Показано существование внешнего магнитного поля и структура внутреннего магнитного поля в тороидальных структурах с полоидальным током.

Впервые в науке произведены численные расчеты магнитного поля (МП) тороидальных структур с полоидальным током (Рис.1). Стрелками, обозначенными $\mathbf{i}$, показаны векторы элементов тока. Рассматривались торы с отношением $R/r \approx 1$ и $R/r \approx 2$. Результаты расчетов выведены в виде графиков Кантора. Линии на графиках показывают сечение поверхностей уровня равной напряженности МП.

Направление вектора напряженности МП – перпендикулярно к плоскости изображения, так как силовые линии МП имеют исключительно азимутальную (или тангенциальную или касательную к окружности, которая лежит в плоскости XY и с центром на оси Z) составляющую.

Вначале рассчитывалось МП внутри тора.

Тор с отношением $R/r \approx 1$ (Рис.1).

Рис.1

Рис.2

Тор с отношением $R/r \approx 2$ (Рис.3).

Рис. 3

Рис. 4

На графиках (Рис.2, Рис.4) видно, что структура МП внутри тора не соответствует структуре МП бесконечного прямого проводника с током, как считалось до сих пор в классической теории электромагнетизма. Эта структура МП соответствует полю, создаваемому отдельным элементом тока, расположенным в центре тора на его главной оси и направленным вдоль этой оси. График этого МП показан на Рис. 5.

Рис. 5

Затем было рассчитано МП вне тора в плоскости XZ в ее части Y' (см. Рис.3).

Рис. 6

Напряженность МП в плоскости Y' ($y = 0$) в виде графика Кантора.

Рис. 7

Напряженность МП вдоль прямой L - L; [$y = 0$, $x = \text{const}$, $B = f(z)$].

На графике (Рис.6) видно, что внешнее МП тора существует. График на Рис.7 выявляет особенность этого МП - три максимума и два нуля. Из Рис.7 видно, что при

Структура магнитного поля сегментированного тора в плоскости Y' (XZ) в виде графика Кантора. Показаны сечения поверхностей уровня равной напряженности МП. Вектор напряженности направлен перпендикулярно плоскости рисунка.

Рис. 11

Графики зависимости напряженности МП H по контуру L ($Z=0.1$) от угла ϕ . Число витков N_w равно 4, 6, 8 и 12 соответственно. Ампервитки постоянны.

Графики зависимости напряженности МП H по контуру L ($Z=0.05$) от угла ϕ . Число витков N_w равно 4, 6, 8 и 16 соответственно. Ампервитки постоянны.

Из этих двух серий графиков видно, что силовая линия МП над секционированным тором является осесимметричной окружностью с волнообразной осевой составляющей. По мере увеличения числа витков и отдаления от тора она все более приближается к форме силовой линии МП, создаваемого сплошной тороидальной токовой поверхностью - идеальной окружности.

Виток может состоять из нескольких проводников, быть многорядным и многослойным.

Графики, относящиеся к восьмивитковому сегментированному тору, на 85% подтверждены экспериментальными измерениями! – остальные 15% - моё ноу-хау, раскрытое на сайте <http://thermonuclear.ru>.

Эти измерения подтвердили существование подобного расчетному внешнему и расчетную структуру внутреннего МП.

Эксперимент подтвердил уравнения Максвелла и теорему о циркуляции.

Добросовестное научное заблуждение было вызвано неточностью описания математикой свойств магнитного поля. Тем не менее, существование ВНЕШНЕГО магнитного поля тороидальных токовых структур с полоидальным током было доказано ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО (!!!).

Расчёт магнитного поля между двумя соосными торами с полоидальным током.

$$H1_{x,z} = \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\begin{bmatrix} -\sin(\phi) \cdot \cos(\theta) \\ -\sin(\phi) \cdot \sin(\theta) \\ \cos(\phi) \end{bmatrix} \cdot \left[\frac{1}{(R + r \cdot \cos(\phi))} \right] \times \begin{bmatrix} (R + r \cdot \cos(\phi)) \cdot \cos(\theta) - b(x) \\ (R + r \cdot \cos(\phi)) \cdot \sin(\theta) \\ r \cdot \sin(\phi) + \frac{d}{2} - zm(z) \end{bmatrix}}{\left[\begin{bmatrix} (R + r \cdot \cos(\phi)) \cdot \cos(\theta) - b(x) \\ (R + r \cdot \cos(\phi)) \cdot \sin(\theta) \\ r \cdot \sin(\phi) + \frac{d}{2} - zm(z) \end{bmatrix} \right]^3} d\phi d\theta$$

$$H2_{x,z} = \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\begin{bmatrix} -\sin(\phi) \cdot \cos(\theta) \\ -\sin(\phi) \cdot \sin(\theta) \\ \cos(\phi) \end{bmatrix} \cdot \left[\frac{1}{(R + r \cdot \cos(\phi))} \right] \times \begin{bmatrix} (R + r \cdot \cos(\phi)) \cdot \cos(\theta) - b(x) \\ (R + r \cdot \cos(\phi)) \cdot \sin(\theta) \\ r \cdot \sin(\phi) - \frac{d}{2} - zm(z) \end{bmatrix}}{\left[\begin{bmatrix} (R + r \cdot \cos(\phi)) \cdot \cos(\theta) - b(x) \\ (R + r \cdot \cos(\phi)) \cdot \sin(\theta) \\ r \cdot \sin(\phi) - \frac{d}{2} - zm(z) \end{bmatrix} \right]^3} d\phi d\theta$$

Н
 Линии уровней равной напряжённости магнитного поля.
 Силовые линии направлены перпендикулярно плоскости рисунка

Заключение

Как видно из вышеприведённого, без натуральных экспериментов это всё с большой, правда, степенью вероятности, но только предположения, всё требует экспериментальной проверки по всем указанным направлениям – всё, кроме экспериментально (!!!) установленного наличия **ВНЕШНЕГО** магнитного поля тороидальных проводящих структур с полоидальным электрическим током со специфической конфигурацией.

Эксперименты в рамках психостационара проведены быть не могут – нет необходимой экспериментальной базы – созданного мною спецоборудования.

Касаясь Разума и невежества можно сказать, что вера в сверхъестественные силы это никакая не опора в жизни – опорой могут служить только твёрдые знания и навыки, полученные на их основе в процессе обучения.

Далее, я, конечно, могу раскрыть своё ноу-хау человечеству, но боюсь, что оно в первую очередь будет использовано невежеством для уничтожения Разума (средства доставки войск и оружия массового поражения) (против России в том числе). Готово ли к этому человечество? – я, конечно, готов работать на его благо (причём, и не в России), но только при установлении в качестве мирового законодательного базиса принципа – «На благо Разума и для его развития» и это обсуждению не подлежит – это жёстко взаимосвязано.

А пока моё содержание в психушке, за сделанное мною открытие, которое делает ненужными российские газ, нефть, уголь, атом и моё бездействие обходится человечеству в 1 млрд м³ газа, 1 млн тонн нефти, 2 млн тонн угля и EUR 5 млрд ежедневно. Так что человечеству и мировой научной элите стоит задуматься – нужно ли им моё содержание здесь и вынужденное бездействие.

1. И.Е. Тамм // "Основы теории электричества", М, Наука, главная редакция физико-математической литературы, 1989. с.504.
2. С.Г. Калашников // "Общий курс физики", том 2, государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва, 1956.
3. Т.С. Симонен // Физика плазмы, сентябрь, 1997, т.23, №9, с.771; "Устойчивость плазмы с высоким давлением при благоприятной кривизне силовых линий магнитного поля".
4. "Физический энциклопедический словарь", гл. редактор А.М.Прохоров, Москва, "Советская энциклопедия", 1983.

РАЗДЕЛ III. ХИМИЯ

Мамедова Ф.С., Аббасов А.Д.

Факторы, влияющие на водный баланс Нахчыванской автономной республики

Институт Природных Ресурсов Нахчыванского отделения НАН Азербайджана

(Азербайджан, Нахчыван)

doi:10.18411/spc-12-03-2019-03

ids: sciencepublic-12-03-2019-03

Аннотация

В статье проведен сравнительный анализ условий формирования рек, озер и водохранилищ, гидрохимические и экологические особенности водного баланса Нахчыванской Автономной Республики. Изучен химический состав источников и минеральное содержание основных компонентов воды в разных географических частях региона, а также определена диагностика их ресурсного потенциала.

Ключевые слова: водный баланс, гидрохимические и экологические процессы, компонентный состав, минерализация, макроэлементы, климатические условия.

Abstract

A comparative analysis of the forming conditions of rivers, lakes and reservoirs, hydrochemical and ecological features of the hydrologic balance of the Nakhchivan Autonomous Republic are given in the paper. The chemical composition of springs and the mineral content of the main water components in different geographic parts of the region have been studied, and the diagnostics of their resource potential has been determined.

Keywords: hydrologic balance, hydrochemical and ecological processes, componential composition, mineralization, macroelements, climatic conditions.

Крупные реки Нахчыванской Автономной Республики – Арпачай, Нахчыванчай, Алинджачай, Гиланчай, Ванандчай, Ордубадчай, Гянзачай, представляющие собой левые притоки Араза, определяют общую гидрографическую сеть региона. В последние годы с целью более эффективного использования водных ресурсов проводится комплексное создание новых крупных водных узлов на руслах основных рек, и это становится причиной изменения гидрологической сети и возникновения совсем новых экологических условий в гидросистеме [1]. Речная сеть Нахчыванской Автономной Республики наибольшего своего развития достигает в горах. С увеличением высоты густота речной сети возрастает. Однако это возрастание происходит до определенной высоты, после чего густота речной сети вновь снижается. Наиболее развитая речная сеть в Нахчыванской Автономной Республике приурочена к высоте 2000-2500 м. Процесс формирования весеннего половодья в реках автономной республики (Арпачай, Нахчыванчай, Алинджачай, Гиланчай, Парагачай и т.д.) в основном определяется количеством снега в горах перед началом снеготаяния и ходом интенсивности снеготаяния в весенний период [3]. Все реки автономной республики (кроме рек Араз и Арпачай), берут свое начало из стока талых вод, стекающих с вершин Даралаязского и Зангезурского высокогорий (2400-3817 м). Здесь около 40 малых и средних рек, берущих начало в горах – с водоразделов Зангезурского, Даралаязского хребтов. При этом мгновенные параметры водного потока (скорость, температура, давление, концентрация примесей) колеблются вокруг средних значений [2]. В соответствии с участием в формировании поверхностного стока талых и дождевых вод, а также характера внутригодовых распределений стока, реки автономной республики по

гидрологическому районированию относятся к рекам с преимущественно весенним половодьем.

Экспериментальная часть

Для всех образцов воды определена степень минерализации, жесткость, количество ионов магния, кальция, сумма натрия и калия, гидрокарбонатов, хлоридов, сульфатов и pH среды. Концентрация указанных компонентов в воде выражена в мг-экв/л и мг/л. Общая жесткость воды определена титрованием пробы исследуемой воды раствором трилона Б с использованием в качестве индикатора кислотного хрома темно-синего в среде аммиачного буферного раствора [4]. Общая жесткость рассчитывалась по формуле $C = N_{\text{тр-В}} \cdot K \cdot 1000 / V_{\text{H}_2\text{O}}$ (мг-экв/л), где $N_{\text{тр-В}}$ и $V_{\text{тр-В}}$ – нормальность раствора трилона Б и объем, израсходованный на титрование (мл), K – поправочный коэффициент, $V_{\text{H}_2\text{O}}$ – объем воды (аликвоты), взятой для анализа (мл). Кальций и магний определены титрованием раствором трилона Б с использованием в качестве индикатора мурексида (для Ca^{2+}) и эриохрома черного Т (для Mg^{2+}) в среде аммиачного буферного раствора. Количество этих элементов рассчитано по формуле:

$$X_{\text{Ca}} = V_1 \cdot M \cdot 40,08 \cdot 1000 / V,$$

$$X_{\text{Mg}} = V_1 \cdot M \cdot 24,32 \cdot 1000 / V,$$

где M – молярность раствора трилона Б, V_1 – объем раствора трилона Б израсходованный на титрование (мл), V – объем воды, взятой для анализа (мл).

Количество ионов хлорида определялось параллельно двумя способами – растворами $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ и AgNO_3 с использованием дифенилкарбазона и хромата калия в качестве индикаторов, а количество HCO_3^- -ионов определено титрованием стандартным раствором 0,1 N HCl пробы воды. Количество сульфат-ионов также определялось двумя способами: а) Титрование проведено при pH примерно 3,5 в смеси воды и метилового спирта (50:50). Сульфат бария осаждается в виде хлопьевидного осадка, обладающего высокой адсорбирующей способностью. В качестве индикатора был использован ализариновый красный S. В растворе этот индикатор имеет желтую окраску, а на поверхности осадка при добавлении небольшого избытка бария образует розовый комплекс. Изменение окраски резкое и отчетливое [5]; б) В более легком йодометрическом способе определения сульфат-ионов, при добавлении хромовокислого бария в анализируемую воду, выделяют хромовую кислоту в эквивалентном количестве к сульфату-иону, который содержится в исследуемой воде. Образовавшуюся хромовую кислоту определяют йодометрическим методом титрования выделившегося йода раствором гипосульфита. При этом 96 г SO_4^{2-} соответствует трем нормальностям $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ или 32 г SO_4^{2-} соответствуют одной нормальности $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ [6]. Количество ионов Cl^- , HCO_3^- рассчитано по формуле $X = N \cdot V \cdot E_A / 1000 V_A$. В этой формуле N и V – нормальность титранта и объем, израсходованный на титрование (мл), E_A и V_A – эквивалент определяемого компонента и объем, взятый для анализа (мл), V – объем раствора, предусмотренный для анализа (мл) [7]. Общее количество ионов Na^+ и K^+ в нескольких образцах найдено методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре марки Thermo Scientific iCE 3500, а в остальных методом экстраполяции. pH воды проверено с помощью ионометра EV-74. Общая степень минерализации определена с помощью взвешивания на аналитических весах сухой массы, полученной после испарения пробы воды объемом 100 мл.

Результаты и обсуждение

Во время ливневых дождей и таяния снега почва на склонах гор теряет устойчивость, приходит в движение и вместе со скопившимися в речных бассейнах выветрившимися материалами вызывает сильные селевые явления. Предотвратить селевые потоки можно за счет сооружения защитных плотин и уменьшения устья реки [8]. Большое значение для защиты окружающей среды имеет предварительное изучение и прогнозирование состояния водных источников и ледников в горах Нахчыванской

Автономной Республики, а также регулирование водного потока в руслах рек. Одна из решающих проблем этих прогнозов – расчет скорости таяния снега в горах на территории Нахчыванской Автономной Республики. Максимальная скорость таяния снега в горах территории в среднем составляет 4-5 мм/час. Во время весеннего половодья, в реках на территории автономной республики, максимальная скорость таяния снега в зависимости от высоты снежного покрова над уровнем моря изменяется в пределах 7-12 мм/час. В теплый период, количество талой воды изменяется в зависимости от температуры и влажности воздуха на поверхности земли, направления и скорости ветра, непосредственно поступающей солнечной радиации, количества осадков. Из-за того, что большинство речных бассейнов на территории имеет горный рельеф, большое количество микроэлементов в горных породах становится причиной повышения их количества и в воде [9]. Интенсивное выветривание горных пород в результате влияния резко континентального климата, приводит к повышению интенсивности миграции элементов в воду. Здесь также играют роль и свойства элементов, и форма их нахождения в породах, состав вод и другие факторы. Действительно, для природных вод литосфера является основным источником многих элементов.

В распределение ионного состава речной воды на территории Нахчыванской Автономной Республики наблюдается определенная закономерность. Имеется общая тенденция к увеличению минерализации воды на территории с севера на юг и с запада на восток. Зональность ионного состава речных вод объясняется не только действием климатических условий текущего времени, но и в значительной мере климатом прошлого. Степень высокой щелочности почвы и пород, наличие в них легкорастворимых солей или засоленность почв – это естественный результат многовекового воздействия соответствующих климатических условий. В таблице 1 показаны общие характеристики некоторых рек автономной республики.

Таблица 1

Общие характеристики некоторых рек автономной республики

Наименование рек	Площадь Бассейна, км ²	Протяженность притоков, км	Начало реки н.у.м. м	Годовой расход, м ³ /с	Уклон, %	Минерализация, мг/л
Аразчай	102000	2540	2020	262	12,90	240
Арпачай	2630	1242	3045	25,7	172,00	220
Нахчыванчай	1630	617	2720	3,5	27,80	250
Алинджачай	758	178	2800	2,0	29,30	210
Гилянчай	432	196	3500	3,3	38,20	300
Дюйлунчай	143	43	2650	2,7	33,60	210
Айлисчай	58	16	3450	3,2	34,20	200
Ванандчай	94	18	3110	3,1	36,40	200
Ордубадчай	54	13	2900	4,3	31,80	190

Как видно из таблицы, основные реки автономной республики принадлежат к гидрокарбонатному классу, по составу катионов эти воды имеют почти исключительное преобладание ионов кальция. При увеличении расстояния речных вод в устье изменяется их ионный состав и сила энергии, и это связано с продолжительным использованием воды на всех речных территориях.

Результаты исследований, проведенных в озерах автономной республики и их окрестностях, показывают, что озерно-речная система в основном питается речными водами, стекающими со склонов Зангезурского хребта, а также талыми, дождевыми и подземными водами. Общая характеристика озер, имеющих в автономной республике, дана в таблице 2.

Таблица 2

Общая характеристика озер на территории Нахчыванской Автономной Республики

Название озера	Высота н у. м., (м)	Емкость, (млн/м ³)	Площадь, га	Температура, °С	Минерализация, мг/л и химический состав
Гейгель	3065	9,75	15	1-10	90; HCO ₃ -Na
Салварты	2843	1,0	11	5-10,5	50-95; HCO ₃ -Ca
Ганлыгель	2424	1,2	10,2	10-12,5	75-136,6; HCO ₃ -Ca-Na
Батабат I	2113	1,8	10,0	8-12	100-146; HCO ₃ -Ca
Батабат II	2110	1,0	18	8-11	150, HCO ₃ -Ca
Батабат III	2110	1,0	18	8-12	200; HCO ₃ -Ca-Na
Карачукгель	1200	2,0	22,6	20	400; HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Na

Как видно из таблицы, в зависимости от высоты изменяется химический состав и минерализация озерных вод. Наиболее характерны ионы HCO₃⁻ и Ca²⁺.

Уменьшение количества воды в озерах приводит к их засоленности, повышению загрязненности, снижению содержания кислорода и экологической напряженности. Некоторые озера появились под влиянием внешних факторов и в результате нарушения человеком природного режима. Это можно показать на примере озера Карачук.

Наряду с озерами, в регионе были созданы искусственные озера и водохранилища, гидротехнические комплексы, а крупные мелиорационные и ирригационные работы улучшили оросительные системы и снабжение сельского хозяйства (Таблица 3).

Таблица 3

Общая характеристика искусственных озер и водохранилищ на территории Нахчыванской Автономной Республики

Название водохранилища	Высота н у.м., (м)	Емкость, (млн/м ³)	Площадь, га	Температура, °С	Минерализация, мг/л и химический состав
Араз	777	1254	135	20-25	210, HCO ₃ -Ca-Na
Арпачай	959	150	26,3	18	200, HCO ₃ -Ca-Na
Водох. Вайхыр	1147	100	63	17-18	180, HCO ₃ -Ca
Бананияр	1200	19	60	19-20	200, HCO ₃ -Ca
Узуноба	1000	8,5	12	22-25	220, HCO ₃ -Ca-Na
Сираб	1077	11	15	22-23	190, HCO ₃ -Ca-
Неграм	988	6	8,5	26-28	300, HCO ₃ -Ca-Na
Хок-I	800	3	35	20-25	210, HCO ₃ -Ca-Na
Мазра	1675	1	8,8	20-22	210, HCO ₃ -Ca-Na
Гахаб	1043	1	1,8	20-22	120, HCO ₃ -Ca
Пайыз	900	6	2,0	16-18	105, HCO ₃ -Ca

Таким образом, различные уровни поверхностных, атмосферных и подземных вод концентрируясь в бассейнах рек, озер и водоемов, входящих в общий водный баланс Нахчыванской Автономной Республики, формируют общую внутреннюю водную массу. На структуру водного баланса автономной республики влияют многие факторы (гидрометеорологические условия, объем водных масс, поступающих в реки и озера, химические свойства, морфологическая структура и морфометрические измерения бассейнов и котловин). Установлено, что за счет водохранилищ, построенных на реке Араз, Нахчыванчай, Арпачай, и их ветвей, а также водоемов, впоследствии превратившихся из озер в водохранилища, и других гидроузлов все больше регулируется речная вода и это в конечном итоге ослабляется питание озер речными водами. Водоснабжение имеет большое значение в связи с широким

развитием аграрного сектора в регионе. А это требует эффективного использования существующих водных ресурсов, а изучение гидрохимических свойств поверхностных вод автономной республики, создает благоприятные условия для определения ресурсного потенциала и применения его в различных сферах народного хозяйства.

1. Аббасов А., Мамедова Ф., Гейдарова Ф. Геохимия и особенности распространения природных вод в Нахчыванской Автономной Республике, 2015, 286 с.
2. Магеррамова Х.С. Экономико-географическое исследование влияния разрушительных гидрометеорологических явлений на экономику в Азербайджанской Республике. Автореферат, Баку, 2007, 23 с.
3. Казымов М.Г., Исаков Г.И. « О гидроэнергетическом потенциале рек Нахчыванской АР Азербайджана», // Международный научно-технический журнал «Альтернативная Энергетика и экология», 2014, №1, с.36-406.
4. Пономарева В.Д., Иванов Л.И. / Практикум по аналитической химии. М.: Высшая Школа, 1983, 271с.
5. Фритц Дж., Шенк Г. / Количественный анализ. М.: Мир, 1978, 557 с
6. Строганов Н.С., Бузинова Н.С. / Практическое руководства по гидрохимии 2-е издание, М.: МГУ, 1980, 196 с.
7. Резняков А.А., Муликовская П.Е., Соколов Ю.И. / Методы анализа природных вод. М.: Недра, 1970, 488 с.
8. Гринвальд Д.И., Никора В.И. Речная турбулентность, Л: Гидрометеоиздат, 1988, с.145-152
9. Перельман И.А. Геохимия природных вод, М: Наука, 1982, 149 с.

Рзагулиев В.А., Керимли О.Ш., Мамедов Ш.Г., Алиев О.М.

Исследование квазибинарного разреза Cu_2SnS_3 - Ag_2SnS_3 В квазитройной системе Ag_2S - Cu_2S - SnS_2

*Институт катализа и неорганической химии им. М. Нагиева НАН Азербайджана
(Азербайджан, Баку)*

doi:10.18411/spc-12-03-2019-04

idsp: sciencepublic-12-03-2019-04

Халькостаннаты серебра и меди используются или же являются широко перспективными функциональными материалов с обладающих полупроводниковыми, термоэлектрическими и фотоэлектрическими свойствами[1-4].

Соединения Cu_2SnS_3 имеет моноклинную структуру с параметрами решетки $a=6,653$, $b=11,537$, $c=6,665\text{\AA}$, пр.группа Cc, $z=4$, $\beta=109.39^\circ$ [5,6]

Соединение Ag_2SnS_3 образуется в квазибинарной системе Ag_2S - SnS_2 [7] и плавиться без разложением при температуре при 663°C [7]. По данным [7] Ag_2SnS_3 изоструктурно Cu_2SnS_3 и относится к моноклинный структуре с параметрами решетки $a=6,270$, $b=5,796$, $c=13,179\text{\AA}$, $z=2$, $\beta=93,27^\circ$

В связи с практической ценностью материалов на основе халькогенидов серебра и меди возникает необходимость более глубокого изучения их взаимодействия

Образцы для исследования готовились сплавлением в запаянных вакуумированных кварцевых ампулах из лигатуры Cu_2SnS_3 и Ag_2SnS_3 , предварительно синтезированных из элементов, чистотой не менее 99,99%.

Сплавы системы Cu_2SnS_3 - Ag_2SnS_3 исследовали методами физико-химического анализа: Дифрактограммы снимали на установке D2 Phaser фирмы Bruker (CuK_α - излучение, Ni-фильтр). ДТА выполняли на низкочистотной термографе НТР-70 в температурном интервале 25 - 900°C . Скорость нагрева $10^\circ/\text{мин}$. Термопар-хромель-алюмеловой, в качестве стандарта использовали оксид алюминия. МСА проводили на микроскопе МИМ-8, микротвердость измеряли на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузках, выбранных в результате измерения микротвердости каждой фазы.

Для изучения фазового равновесия в разреза $\text{Cu}_2\text{SnS}_3\text{-Ag}_2\text{SnS}_3$ синтезировали 11 образцов различных составов (табл.). Сплавы разреза устойчивы к воздействию воздуха и воды, растворяются в минеральных кислотах (H_2SO_4 , HNO_3 , HCl), не растворяются в органических растворителях.

По данным физико-химического анализа (РФА, ДТА, МСА) построена фазовая диаграмма системы $\text{Cu}_2\text{SnS}_3\text{-Ag}_2\text{SnS}_3$.

Таблица

Результаты ДТА и плотность сплавов разреза $\text{Cu}_2\text{SnS}_3\text{-Ag}_2\text{SnS}_3$

№	Состав сплавов, моль%		Термические эффекты, нагревание К	Плотность, г/см ³
	Cu_2SnS_3	Ag_2SnS_3		
1	100	0,0	855	4,86
2	90	10	725,800	4,91
3	80	20	635,730	4,96
4	70	30	565,630	5,03
5	60	40	500,510	5,09
6	50	50	525,550	5,17
7	40	60	530,580	5,25
8	30	70	550,600	5,32
9	20	80	580,620	5,40
10	10	90	615,645	5,47
11	0,0	100	662	5,55

Система $\text{Cu}_2\text{SnS}_3\text{-Ag}_2\text{SnS}_3$ является квазибинарным сечением квазитройной системы $\text{Ag}_2\text{S-Cu}_2\text{S-SnS}_2$ и характеризуется образованием непрерывных рядов твердых растворов. Диаграмма состояния системы $\text{Cu}_2\text{SnS}_3\text{-Ag}_2\text{SnS}_3$ может быть использована для выбора составов раствор-расплав при выращивании монокристаллов α -фаз заданного состава методом направленной кристаллизации.

Таким образом, впервые изучена и построена диаграмма состояния системы $\text{Cu}_2\text{SnS}_3\text{-Ag}_2\text{SnS}_3$ и установлено образование непрерывные ряды твердых растворов по второму типу Розебома.

1. Avellaneda D., Nair M.T., Nair P.K. Cu_2SnS_3 and Cu_4SnS_4 thin. films via chemical deposition for photovoltaic application // J. Thermochem. Soc., 2010, V.158, №6, p.346-352
2. Fiechter S., Martinez M., Schmidt G., Henrion W., Tömm Y. Phase relations and optical properties of semiconducting ternary sulfides in the system Cu-Sn-S // J. Phys. Chem. Solids, 2003, V.64, p. 1859-1862
3. Gurieva G., Levchenko G., Levchenko S., Schorr S., Leon M. Characterization of Cu_2SnSe_3 by spectroscopic ellipometry // Thin Solid films, 2013. V.535, №2, p. 384-386
4. Kim K.M., Tampo H., Shibata H., Niki S. Growth and characterization of coevaporated Cu_2SnSe_3 thin films for photovoltaic applications // Thin Solid Films, 2013, v.536, №1, p. 111-114
5. Бабанлы М.Б., Юсипов Ю.А., Абишов В.Т. Трехкомпонентные халькогениды на основе меди и серебра. Баку: Изд-во БГУ, 1993. 341с
6. Onoda M., Chen X.A., Sato A., Wada H. Crystal structure and twinning of monoclinic Cu_2SnS_3 // Mater. Res. Bull., 2000, V.35, №8, p.1563-1570
7. Parasyuk O.V., Chykhrij S.I., Bozhko V.V., Piskach L.V., Oleksyuk I.D. Phase diagram of the $\text{Ag}_2\text{S-HgS-SnS}_2$ system and single crystal preparation, crystal structure and properties of $\text{Ag}_2\text{HgSnS}_4$ // J. Alloys and Compounds. 2005, V.399, p.32-37

РАЗДЕЛ IV. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Махмуд Залийха, Герасимова Т.В.

**Исследование типов технологий отображения виртуальной реальности
поддерживаемых игровыми движками**

*Санкт-Петербургский Электротехнический Университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi:10.18411/spc-12-03-2019-05

idsp: sciencepublic-12-03-2019-05

Аннотация

Виртуальная реальность рабочего стола традиционно была доминирующей технологией отображения для компьютерной графики на уровне потребителя. В последнее время более сложные технологии, такие как стереоскопия и дисплеи, устанавливаемые на голове, стали более доступными. Тем не менее, большинство 3D-программ по-прежнему предназначены только для поддержки настольных VR, и должны быть изменены, чтобы технически поддерживать эти дисплеи. В этой статье оцениваются современные трехмерные игровые/графические движки, чтобы определить степень, в которой они приспособляются к выводу на различные типы доступных VR-дисплеев.

Введение

Широкий спектр компьютерных приложений использует концепции виртуальной реальности (VR), в том числе обычные потребительские приложения, которые включают в себя какую-то трехмерную виртуальную среду. Типичными примерами таких приложений являются 3D-моделирование, компьютерное проектирование (CAD), видеоигры, визуализация данных, телевидение и фильмы. Недавние коммерческие достижения в области VR на потребительском уровне привели к тому, что некоторые типы технологий VR стали дешевыми и достаточно высокого качества, чтобы начать вытеснять укоренившиеся традиционные технологии. Некоторые примеры новых устройств, использующих эти новые технологии виртуальной реальности, включают тактильные методы ввода, такие как Nintendo Wii Remote, Microsoft Kinect и Leap Motion Controller; дисплеи на голове, такие как Sony Personal 3D Viewer и Oculus Rift; и стереоскопические телевизоры, компьютерные дисплеи и проекторы, которых слишком много для перечисления. Хотя внимание и интерес к этим технологиям постепенно растут, их поддержка приложениями виртуальной реальности все еще ограничена.

В работе Тренхольма и Смита [1] специально оценивались распространенные игровые движки для виртуальных сред от первого лица. В этой работе дается общее описание преимуществ и недостатков 6 достаточно современных игровых движков для использования в симуляции виртуальных сред. Тем не менее, это сравнение не рассматривает движки с точки зрения VR, поэтому оно упускает из виду последние тенденции. В дополнение к этому, возможности игровых движков развиваются чрезвычайно быстрыми темпами, и сравнения между технологиями предыдущего поколения не являются точными для современного уровня техники.

Целью данной работы является изучение типов технологий отображения виртуальной реальности, поддерживаемых игровыми движками.

Для выполнения цели необходимо решить следующие задачи:

- Описание типов существующих игровых движков и технологии отображения виртуальной реальности.

- Выявить методологию оценки игрового движка.
- Провести сравнительный анализ уровни поддержки различных технологий отображения виртуальной реальности.

Обзор предметной области

Игровые движки

Игровой движок - это программный компонент многократного использования, предназначенный для визуализации трехмерной виртуальной среды. Это включает в себя принятие текущего состояния моделируемой среды в качестве -входных данных и рендеринг изображения на основе модели моделирования освещения и затенения. Игровые движки реального времени - это те, которые способны выполнить этот процесс достаточно быстро, чтобы казаться пользователю незаметным (обычно около 30–60 визуализированных кадров в секунду). Движки реального времени позволяют моделированию быть интерактивным и реагировать на входные данные от пользователей; что является обязательным требованием систем VR.

Сравнение аналогов

Интерес представляют игровые движки, которые в настоящее время используются для визуализации трехмерных сред в реальном времени для исследовательских, коммерческих и других приложений и, вероятно, будут использоваться в ближайшем будущем.

Unity

Игровой движок Unity предлагает широкий спектр функций и понятный интерфейс. Основным достоинством является интеграция кросс- платформенных приложений, это означает, что игра может быть быстро и легко портирована на Android, IOS, WindowsPhone и других, что делает его отличным игровым движком для разработки приложений на телефоны. Он также имеет возможности развития для консолей.

Unreal

Это движок от компании EpicGames. Он имеет много дополнительных графических возможностей, включая такие вещи, как расширенные возможности динамического освещения и новая система частиц, которая может одновременно обрабатывать до миллиона частиц в сцене.

CryEngine

Является чрезвычайно мощным графическим движком. Разработан компанией Crytek в 2002 году. Он предназначен для использования на платформах ПК и игровых консолей. Графические возможности CryEngine превосходят Unity, но на одном уровне с UnrealEngine. Обладает самой реалистичной физикой, передовыми анимационными системами и многим другим.

Ogre

Это сцено-ориентированный, графический 3D движок реального времени. ORGE кросс-платформенный, и связан с системными библиотеками, такими как Direct3D или OpenGL через уровень абстракции.

Torque

Это полнофункциональный профессиональный 3D-движок, который позволяет создавать захватывающие среды, симуляции, игры и визуализацию. Он поставляется с мощными встроенными инструментами для разработки уровней и игрового процесса и построен на проверенном сетевом коде.

Критерии сравнения аналогов

Лицензия

Лицензии на игровые движки могут быть бесплатными(free), с открытым исходным кодом (open source) и коммерческими(commercial). у коммерческих игровых движков есть значительно больше функций для разработчиков, но механизмы с

открытым исходным кодом обеспечивают более легкий доступ к ресурсам разработки, таким как форумы, документация, учебные пособия, поддержка сообщества.

Поддерживаемые платформы

Игровые движки должны поддерживать легкое кросс-платформенное развертывание на таких платформах, как ПК, мобильные телефоны, игровые консоли.

Языки программирования

Игровые движки должны предоставить разработчику полную поддержку скриптов для написания собственного сложного кода для оптимизации эффективности с точки зрения производительности и использования памяти.

Таблица 1

Сравнение аналогов по критериям

	Unity3D	UnReal	CryEngine	Ogre3D	Torque3D\
Лицензия	Бесплатно для некоммерческого использования	Открытый исходный код	Бесплатно для некоммерческого использования	Открытый исходный код	Открытый исходный код
Поддерживаемые платформы	ПК, Мобильный, Игровая консоль	ПК, Мобильный, Игровая консоль	ПК, Игровая консоль	ПК, Мобильный	ПК
Языки программирования	C#, JavaScript	C++	C++, Lua	C++	C++, TorqueScript

Выбор метода решения

Решение должно обладать следующими качествами: 1. Движки должны быть в активном развитии. 2. Движки должны сосредоточиться на реалистичной и захватывающей графике и новейших технологиях. 3. Должно быть легко в обучении и включать учебные пособия, примеры и техническую поддержку. 4. Должны иметь инструменты, которые могут повысить эффективность рабочего процесса, а также уменьшить частоту ошибок. 5. Он должен поддерживать развертывание приложений на разных платформах. 6. Он должен быть с открытым исходным кодом.

Описание метода решения

Технологии отображения VR

Технологии отображения виртуальной реальности (также известные как 3D-дисплеи) - это технологии виртуальной реальности, которые специально предназначены для визуального представления виртуальной среды пользователю. Они используются в дополнение к другим технологиям VR, таким как системы ввода и вывода звука, а также программное обеспечение, имитирующее виртуальную среду. Основное внимание в этой статье будет уделено технологиям виртуального отображения на уровне потребителя; В частности, настольные VR, стереоскопические, перспективные и головные дисплеи. Далее следует краткое описание каждой из этих технологий отображения.

DesktopVR

Была доминирующей формой представления 3D виртуальных сред своим пользователям с момента появления компьютерной графики. Desktop VR в настоящий момент работает на базе модели камеры с точечным отверстием, виртуальной камерой полностью управляющей симуляцией и дисплеем, способным отображать только одно изображение с этой камеры одновременно. Будучи самой простой формой виртуальной реальности, она позволяет избежать многих проблем, таких как утомление глаз, увеличение стоимости вычислений и низкое качество изображения, что затрудняет использование более сложных технологий. Поскольку настольные VR повсеместно поддерживаются в качестве режима вывода по умолчанию практически для всех графических процессоров, доступных сегодня, это не будет обсуждаться далее в этой статье.

Стереоскопия

Это расширение парадигмы настольного VR, адаптированного для бинокулярного зрения. Стереоскопия достигает этого, визуализируя сцену дважды, один раз для каждого глаза, затем кодируя и фильтруя изображения таким образом, чтобы каждое изображение было видно только одним глазом пользователя. Эта фильтрация легче всего достигается с помощью специальных очков, линзы которых предназначены для выборочного прохождения одного из двух кодировок, создаваемых соответствующим дисплеем. Текущие методы кодирования являются цветовым спектром, поляризацией, во времени или в пространстве. Потребительские стереоскопические дисплеи взаимодействуют с компьютерами так же, как настольные VR-дисплеи (через видеоинтерфейсы, такие как VGA или DVI).

Перспективная связка (НСР)

Работает по несколько иному принципу, чем настольный VR и стереоскопия. Виртуальное окно определяется вместо виртуальной камеры, причем граница виртуального окна отображается на краях экрана пользователя. Таким образом, изображение на дисплее зависит от относительного положения головы пользователя, поскольку объекты из виртуальной среды проецируются на дисплей в направлении глаз пользователя. Эта проекция может быть выполнена с использованием внеосевой версии математики проекции, используемой в настольных VR. Для этого необходимо точно отслеживать положение головы пользователя относительно дисплея в режиме реального времени.

Дисплеи на голове (HMD)

Это еще один тип технологии VR для одного пользователя. HMD объединяют усовершенствования стереоскопии с большим полем зрения и сопряжением головы, аналогично НСР. Модель восприятия, лежащая в основе HMD, заключается в том, чтобы полностью перекрывать визуальный ввод для глаз пользователя и заменять его всеобъемлющим представлением виртуальной среды. Это достигается путем установки одного или двух маленьких дисплеев очень близко перед глазами пользователя с помощью системы линз, чтобы обеспечить более естественную фокусировку. Поскольку дисплеи расположены так близко к глазам пользователя, любая часть дисплея видна только одному глазу, что делает систему автостереоскопической. В головной убор также встроен трекер ориентации, позволяющий отслеживать вращение головы пользователя. Это позволяет пользователю просматривать виртуальную среду, используя естественное движение головы, связывая ориентацию виртуальной камеры с ориентацией головы пользователя. Это отличается от НСР, где отслеживается позиция, а не ориентация.

Уровень поддержки

Уровень поддержки игровых движков измеряется путем определения того, какие механизмы расширения могут быть использованы для реализации желаемой технологии отображения VR. Полученные уровни поддержки и их упорядочение следующим образом. 1. Нативно поддерживается 2. Через кодирование в движке (скриптинг или плагины) 3. Через модификацию исходного кода двигателя

Краткое описание каждого уровня поддержки приведено ниже.

Родная поддержка

В механизмах, которые изначально поддерживают технологию VR, разработчики этого механизма специально написали конвейер рендеринга таким образом, чтобы пользователю потребовались минимальные усилия для включения рендеринга VR. Все, что требуется, это проверить параметр в инструментах разработчика или установить переменную в среде сценариев движка.

Кодировка движка

Практически каждый движок может быть расширен с помощью специального кода, используя четко определенные, но ограниченные точки расширения. Двумя распространенными формами этого являются сценарии, когда механизм запускает небольшие программы/сценарии в ограниченной среде, и плагины, где механизм загружает и запускает внешне скомпилированный код. Обе формы имеют доступ к подмножеству функций движка; однако плагины также имеют доступ к внешним API, а скрипты - нет.

Модификация исходного кода движка

Помимо бесплатных движков с открытым исходным кодом, некоторые коммерческие движки предоставляют полный исходный код пользователям с соответствующим лицензионным соглашением. С доступом к полному исходному коду может быть реализована любая технология VR, хотя объем требуемой модификации может быть значительным.

Исследование метода решения

Таблица 2

Уровни поддержки графических движков для различных технологий отображения VR.

Технология VR	Стереоскопия	Перспектива в сочетании с головой (HCP)	Головной дисплей (HMD)
CryEngine	Нативно поддерживается	Кодировка движка	Кодировка движка
Ogre	Кодировка движка	Кодировка движка	Кодировка движка
Unity	Кодировка движка	Кодировка движка	Нативно поддерживается
UnReal	Кодировка движка	Кодировка движка	Кодировка двигателя
Torque3D	Кодировка движка	Модификация исходного кода движка	Кодировка двигателя

Заключение

Большинство рассмотренных механизмов не предоставляют встроенной поддержки для каких-либо нетрадиционных технологий отображения, и стереоскопия и HMD являются единственными технологиями, которые имеют какую-либо встроенную поддержку в текущих версиях этих механизмов. Во многих случаях, когда движок не обеспечивает встроенную поддержку технологии отображения, поддержку обычно можно получить, разработав сценарий или плагин для получения эффекта. Для этой статьи было рассмотрено очень небольшое подмножество доступных классов технологий отображения VR. Расширение этой оценки на другие технологии, такие как CAVE, объемные дисплеи, дисплеи с несколькими видами и поле обзора, зависящее от взгляда, увеличит число приложений, которые выиграют, а также покажет, как движки могут быть адаптированы для работы с технологиями, существенно отличающимися от настольных VR.

1. Trenholme D., Smith S. P. Computer game engines for developing first-person virtual environments //Virtual reality. – 2008. – Т. 12. – №. 3. – С. 181-187.
2. Lewis M., Jacobson J. Game engines //Communications of the ACM. – 2002. – Т. 45. – №. 1. – С. 27.
3. Malfatti S. M. et al. The design of a graphics engine for the development of virtual reality applications //Revista de Informática Teórica e Aplicada. – 2008. – Т. 15. – №. 3. – С. 25-46.
4. Официальный сайт игрового движка Unity – [Электронный ресурс]. URL: <https://unity3d.com> (дата обращения: 30.11.2018).
5. Официальный сайт игрового движка Unreal Engine – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.unrealengine.com> /дата обращения: 30.11.2018)
6. Официальный сайт игрового движка CryEngine – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cryengine.com> /дата обращения: 30.11.2018)

Сенченко Д.А.

Обоснование применения веб-технологий в управлении услугами кафе

Вологодский Государственный Университет
(Россия, Вологда)

doi:10.18411/spc-12-03-2019-06

idsp: sciencepublic-12-03-2019-06

Цель исследования – выбрать и обосновать вариант технической реализации задачи автоматизации управления услугами кафе с использованием веб-технологий

Задачи исследования:

1. Проанализировать используемые технологии.
2. Обосновать использование определенной технологии.
3. Показать, что данное веб-приложение возможно реализовать с помощью перечисленных в статье технологий.

Рассмотрим сценарий использования создаваемого в рамках проекта веб-приложения. Жителю города, типичному работнику офиса нужно заранее спланировать свой обед. Он скачивает наше мобильное приложение из актуального магазина приложений платформы Android (по состоянию на начало 2019 года это Google Play). После установки приложения он выбирает подходящие под его требования кафе. Приложение дает возможность удаленно ознакомиться с меню и осуществить заказ на конкретное время, сэкономив временные затраты (на выбор заведения поиск свободного столика, ожидание заказа и т.д.).

Ранее, в [1] мы показали, что подобная автоматизация будет востребована, так как поможет оптимизировать обеденное время у офисных работников.

Рассмотрим основные доводы о том, что данная модель может быть технически реализована. В этой связи мы разберем структуру приложения и обоснуем, почему используем те или иные технологии.

Веб-приложение, позволяющее автоматизировать работу кафе, представляет собой программный комплекс, который состоит из нескольких структурных компонентов:

1. Веб-сервер на котором расположены: контейнер сервлетов и база данных. Через веб-интерфейс сервер обслуживает мобильное приложение, а также веб-сайт. Веб-сервер состоит из контейнера сервлетов (в нашем веб-приложении мы используем Apache Tomcat), базы данных (MySQL последней версии), а также мы используем сами сервелеты, построенные на фреймворке Spring (которые реализует бизнес логику и сущности). При построении сервера используется архитектурный стиль MVC (Model-View-Controller).

2. Клиент, который реализован как мобильное приложение на платформе Android. Через веб-интерфейс, по средству HTTP запросов данной приложение отправляет запросы серверу и получает необходимые данные из базы данных. Приложение состоит из набора активности и обычных java-классов, которые обрабатывают бизнес-логику. При реализации настоящего мобильного приложения используется архитектурный стиль MVP (Model-View-Presenter).

3. Веб-сайт, который является управляющей панелью сервера и базы данных. Подключен по веб-интерфейсу к веб-серверу при реализации сайта используется архитектурный стиль MVP (Model-View-Presenter).

Рисунок 1. Структурная схема веб-сервера.

Разработка рассмотренных выше структурных компонентов продукта может выполняться в рамках различных современных технологий. Проведённый автором анализ наиболее популярных вариантов технологических решений позволил выполнить отбор по критериям доступности для разработчика, сложности освоения и совместимости и сформировать перечень наиболее предпочтительных для проекта инструментов и решений. При разработке приложения используется определенный стек технологий:

4. Android. Android используется в качестве платформы для мобильного приложения. Командой разработчиков было принято решение использовать Android, так как это самая популярная в мире мобильная платформа, установленная на 87,5% мобильных устройств от общего числа.[4]

5. Язык программирования Java Standard Edition. Используется для создания мобильного приложения на платформе Android. Также использует при разработке веб-сервера. Java – это актуальный язык для создания веб-приложения. Он позволяет решить задачу любой сложности и за счет кроссплатформенных возможностей языка, его приложения могут запускаться на любом устройстве.

6. Язык программирования Java Platform, Enterprise Edition. Он используется для написания сервера, а также для создания веб-интерфейса между сервером и приложением. Наша команда использовала оттуда спецификации и документацию, а также теоретические знания.

7. Фреймворк Spring – Здесь задействуются разные компоненты Spring для реализации сервера. Из настоящего Фреймворка мы используем сервелеты, сокет, бины-сущности, а также архитектурный стиль Spring MVC. Главным обоснованием использования данной технологии является то что, это на данный момент самая популярная платформа для создания веб-приложений. Среди ее достоинств можно выделить наличие изобильной документации сети в интернет-сети, большое количество

готовых решений для создания сервлетов и веб-приложений, а также высокая производительность данной платформы.

8. Java script – применяется при создании веб-страницы с которой осуществляется управление веб-приложением а также управлением базы данных. Является самым популярным Front-end языком, хотя некоторые его фреймворки используется и для серверных решений. Также, позволяет перерисовывать элементы страницы без ее полной перезагрузки.

9. Hibernate – ORM технология, которую мы применяем в нашем веб-приложении. Мы ее выбрали, так как она отлично работает с фреймворком Spring, совместима со всеми популярными базами данных в том числе с MySQL, который используется в данном веб-приложении.

10. Rest API – архитектурное решение построенное на HTML запросах с помощью которых общается веб-сервер и мобильное приложение, а также веб-сайт. Используем его, так как он прекрасно взаимодействует как и с мобильной платформой Android, так и с веб-сервером нашего приложения.

11. MySQL - база данных, которая используется в нашем приложении. Главным ее достоинством является то, что она бесплатна. В качестве других достоинств можно выделить: простоту настройки; обширное коммьюнити и документация, а также поддержка Oracle.

В заключении следует стоит сказать, что нам удалось обосновать примененный стек технологии для решения данной задачи. Мы видим, что данное веб-приложение вполне возможно реализовать приведенными технологиями и сама идея автоматизации кафе не является гипотетической идеей, а вполне может быть реализовано в реальной жизни.

1. "Автоматизация работы кафе на базе веб-приложения" - XII Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых : материалы межрегиональной научной конференции : в 2 т. / М-во науки и высш. образ. РФ ; Вологод. гос. ун-т ; [пред. А. А. Сеницын]. – Вологда : ВоГУ, 2018. – Т. 1 : Естественно-техническое направление. – С 161-163.
2. "Создание каркаса Spring-приложения" - <http://spring-projects.ru>
3. "Справочное руководство по MySQL" - <http://mysql.ru>
4. "Доля ОС Android достигла 87,5% рынка мобильных ОС" - <https://mobile-review.com>
5. "Построение Android приложений шаг за шагом, часть первая" - <https://habr.com/>

РАЗДЕЛ V. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Гуренко В.В.

Применение спектральных алгоритмов имитации сигналов для отработки режимов информационно-измерительных систем

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
(Россия, Москва)

doi:10.18411/spc-12-03-2019-07

idsp: sciencepublic-12-03-2019-07

Аннотация

В работе предложен подход к созданию имитационных сигналов для отработки основных режимов работы компонентов информационно-измерительных систем реального времени. Генерация сигналов предусматривается на основе случайных процессов с учетом априорной информации о типовых данных, поступающих от исследуемого объекта. С этой целью разработаны новые спектральные алгоритмы имитации, содержащие преобразование спектров из одной системы базисных функций в другую и дающие снижение вычислительной сложности процесса воспроизведения сигналов. Такой подход позволяет эффективно генерировать случайные сигналы с задаваемыми энергетическими характеристиками и, в том числе, создавать модель помеховой обстановки, максимально приближенной к реальной. Благодаря этому достигается улучшение качества отладки компонентов информационно-измерительных систем в основных режимах функционирования и повышается достоверность их выходных данных. С помощью новых алгоритмов имитации возможна генерация полезных, помеховых сигналов и их аддитивных смесей безотносительно вида функций, задающих энергетические характеристики сигналов, что также является преимуществом предлагаемого подхода.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, случайные сигналы, помеховая обстановка, имитация сигналов, спектральные алгоритмы, преобразование спектра.

В процессе разработки информационно-измерительных систем (ИИС) реального времени возникает необходимость применения методов имитационного моделирования, позволяющих осуществлять отработку основных режимов получения и обработки измерительных данных, поступающих от объекта исследования. Одним из видов технических средств ИИС является множество первичных и вторичных измерительных преобразователей – датчиков [1]. При анализе и синтезе компонентов ИИС с помощью средств цифровой компьютерной техники требуется генерация сигналов различного типа, имитирующих реальные сигналы от датчиков, включая полезные, помеховые сигналы и их аддитивные смеси.

Качество выполнения ИИС поставленных задач в большой степени зависит от корректности и точности работы ее вычислительных алгоритмов. При этом к системам, работающим в режиме жесткого реального времени, предъявляются повышенные требования по быстродействию и точности. Поэтому используемые при отработке режимов ИИС модели сигналов должны наиболее полно соответствовать реальным. Это относится и к разного рода помехам и шумам, искажающим полезный сигнал, снижающим точность измерений и достоверность выходных данных ИИС [2].

Предварительное тестирование ИИС проводится в соответствии со стандартным протоколом испытаний. Практика отработки режимов ее функционирования

предполагает применение для каждого режима специфической модели имитационных сигналов, полученной в процессе длительных лабораторных экспериментов и анализа априорной и апостериорной информации об объекте исследования. Помеховая же обстановка формируется, как правило, путем генерации цветных шумов и, в частности, наложением розового шума. Алгоритмически воспроизведение аддитивного сигнала осуществляется с помощью преобразований Фурье применительно к некоторому классу функций, например, дискретным экспоненциальным функциям. Однако такая модель не вполне отвечает эксплуатации ИИС в реальных условиях, поскольку является значительным их упрощением – как по виду имитируемых сигналов, так и по скорости обновления общей картины помех.

Для моделирования помеховой обстановки, максимально приближенной к реальной как с точки зрения характеристик самих помеховых сигналов, так и с точки зрения частоты ее обновления, предлагается использовать новые эффективные алгоритмы имитации случайных сигналов, разработанные в различных системах базисных функций. В частности, к ним относятся гармонические базисы, системы функций Уолша и Хартли в модифицированном и обобщенном видах [3-5] и ряд других.

Спектральный подход к имитации сигналов осуществляется в рамках корреляционной теории [6] и состоит в восстановлении сигнала из спектра, определяемого спектральными коэффициентами, рассчитанными в выбранном базисе по задаваемым энергетическим характеристикам сигнала. К таким характеристикам относятся, например, функция спектральной плотности мощности или дисперсии (ФСПМ, ФСПД) и автокорреляционная функция (АКФ). При этом одной из решаемых задач является взаимопреобразование спектров из одной базисной системы в другую.

Разработанные алгоритмы имитации [3-5] предусматривают выполнение нескольких этапов:

- вычисление спектральных коэффициентов X_H в одном из гармонических базисов (тригонометрическом, комплексном экспоненциальном или Хартли) на основе заданной ФСПМ $S(w)$;
- преобразование спектра из одной базисной системы в другую, например, в базис обобщенных функций Хартли с заданным упорядочением и получение соответствующих спектральных коэффициентов X_{II} . Переход осуществляется с помощью оператора преобразования спектров [7] – заранее рассчитываемого ядра Фурье, элементами которого являются коэффициенты перехода от одной базисной системы к другой;
- формирование случайного спектра Y_{II} из X_{II} ;
- восстановление целевого случайного сигнала $y(i)$ из его спектра Y_{II} .

При этом первые два этапа относятся к подготовительной фазе (настройке) алгоритма, а следующие два реализуют собственно имитацию сигналов. Если первая фаза достаточно продолжительная, то на стадии имитации достигается быстрое воспроизведение любой серии случайных сигналов, соответствующих заданным энергетическим характеристикам. Именно благодаря второй фазе алгоритмов возможна эффективная генерация произвольного ансамбля сигналов, отвечающего режиму реального времени.

Оценка точности каждого алгоритма имитации осуществляется при помощи сопоставления теоретической, алгоритмической и экспериментальной АКФ [8].

Применение новых спектральных алгоритмов имитации случайных сигналов позволяет выполнять отладку и тестирование компонентов ИИС с целью достижения

их корректного и устойчивого функционирования в основных режимах в условиях помеховой обстановки, значительно более приближенной к реальным внешним возмущениям. При этом достигается повышение достоверности выходной информации ИИС и улучшается качество тестирования трактов прохождения входных сигналов при сохранении их метрологических характеристик.

Кроме того, разработанные алгоритмы могут применяться для воспроизведения любых случайных сигналов, включая полезные и с наложенным шумовым воздействием, безотносительно формы представления ФСПМ, ФСПД: эти функции могут включать пиковые выбросы и разрывы I рода. При использовании традиционных подходов к воспроизведению сигналов это оказывается невозможным [9]. Указанное обстоятельство также является преимуществом предлагаемого подхода.

Работа выполнена в рамках проекта 2.7782.2017/БЧ «Методы имитации детерминированных и случайных одномерных и многомерных сигналов в научных задачах моделирования информационно-управляющих систем реального времени», осуществляемого при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

1. Н.А. Рубичев. Измерительные информационные системы. М.: Дрофа, 2010. 334 с..
2. Базыкин С.Н., Базыкина Н.А. Анализ помехоустойчивости информационно-измерительных систем // Фундаментальные исследования. 2015. № 3. С. 19-22. Режим доступа: <https://fundamental-research.ru/pdf/2015/3/37077.pdf> (дата обращения 04.02.2019).
3. Сюзев В.В., Гуренко В.В. Гармонические алгоритмы имитации сигналов в рамках корреляционной теории // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2017. № 4. С. 98-117. DOI: 10.18698/0236-3933-2017-4-98-117
4. Пролетарский А.В., Сюзев В.В., Гуренко В.В., Бычков Б.И. Алгоритмы преобразования спектров в базисах Хартли и Уолша // Автоматизация. Современные технологии. № 10, 2018. С. 453-461. Режим доступа: http://www.mashin.ru/eshop/journals/avtomatizaciya_i_sovremennye_tehnologii/2035/19/ (дата обращения 04.02.2019).
5. Сюзев В.В. Обобщенные функции и преобразования Хартли в системах счисления с постоянным основанием // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2014. № 2. С. 60–79.
6. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Физматлит, 2002. 496 с.
7. Сюзев В.В., Гуренко В.В., Кучеров К.В., Парфенюк Е.В. Операторы преобразования спектров в базисах Фурье и Уолша // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2017. № 2. С. 138–156. DOI: 10.7463/0217.0000939.
8. Сюзев В.В. Основы теории цифровой обработки сигналов. М.: Издательство «РТСофт», 2014. 752 с.
9. Быков В.В. Цифровое моделирование в статистической радиотехнике. М.: Сов. радио, 1971. 328 с.

Наурызбаев Р.К.¹, Сансызбаев К.К.¹, Кошанова Ш.К.², Наурызбаев А.Р.³
Инновационный передаточный механизм с гибкой структурой и общим функциональным назначением

¹Казахский Национальный Аграрный Университет

²Академия Гражданской Авиации РК

³Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет
 (Казахстан, Алматы)

doi:10.18411/spc-12-03-2019-08

idsp: sciencepublic-12-03-2019-08

1. С позиции классической-фундаментальной «Теоретической механики» механическая система тел, предназначенная для преобразование движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел, называется механизмом [1 – 21].

Конструктивная, технологическая, структурная, геометрическая, кинематическая, динамическая общая модель самоустанавливающегося гибкого

шарнирного инновационного механизма двойного параллелограмма III^{20} класса, I^{20} – семейства (рис. 1).

Рис.1. Конструктивная, технологическая, структурная, геометрическая, кинематическая, динамическая общая модель самоустанавливающегося гибкого шарнирного инновационного механизма двойного параллелограмма III^{20} класса, I^{20} – семейства.

Механическая система тел (1, 2, 3) преобразует вращательные движения ведущего звена 1 в требуемое вращательное движение ведомого звена 2.

По конструктивно – технологической – структурной классификации однозвенных кинематических цепей замкнутого типа параллелограммных механизмов с гибкими связями в замкнутом предварительно напряженном контуре – нулевого, первого, второго семейства Наурызбаева Р.К. научно – методической – учебной базой такой систематизацией является универсальная формула (14^a НРК) следующего вида записи [1 – 21.]:

$$W = m^*(n+n_1+n_2-1) - \sum_{k=1}^{k=m-1} (m-k)*P_k; \quad (14^a \text{ НРК, Наурызбаев Рахимжан Кажекеевич, д.т.н., профессор науки машиноведения, 1991г. - 2001г.}), \quad (1^*)$$

Конструктивная – технологическая – структурная формула самоустанавливающегося гибкого шарнирного инновационного механизма двойного параллелограмма III^{20} класса, I^{20} – семейства (рис. 1):

$$I(1,3) \rightarrow III(2), \quad (2^*)$$

где: $I(1,3)$ – конструктивная, технологическая, структурная формула самоустанавливающегося двухзвенного механизма I^{20} класса – одношарнирный (P_1) двухконтактный ведущей механизм на основе сложной незамкнутой кинематической цепи общего вида;

$III(2)$ – новая структурная группа Наурызбаева Рахимжана Кажекеевича (НРК) III^{20} класса, I^{20} – семейства гибкой конструкции.

Таким образом, на рис.1 это трехзвенный механизм неассуровой гибкой структуры конструкции.

Во – первых, в конструкции механизма (рис.1) нет структурных групп Л.В.Ассура и И.И.Артоболевского известных из основ классической – фундаментальной «Теории механизмов и машин».

Во – вторых, не существуют конструкции трехзвенных параллелограммных механизмов с жесткими звеньями и твердыми кинематическими парами.

Следовательно, исследуемый трехзвенный параллелограммный механизм с гибкими связями в замкнутом предварительно напряженном контуре является новым и инновационным (рис. 1).

Механизм имеет простую конструкцию, обеспечивает передачу вращательного движения между параллельными валами, безшумен в работе конструкция беззазорная и неметаллоемкая [1 – 21].

1.1. Основные конструктивные, технологические, структурные, геометрические, кинематические, динамические параметры общей модели самоустанавливающегося гибкого шарнирного инновационного механизма двойного параллелограмма III^{20} класса, I^{20} – семейства:

φ_1, φ_2 – углы поворота кривошипов 1 и 2 приняты в качестве обобщенных координат динамической модели, [рад];

J_1 – приведенный момент инерции механизма относительно оси вращения ведущего кривошипа 1, [кг · м²];

J_2 – приведенный момент инерции механизма относительно оси вращения ведомого кривошипа 2, [кг · м²];

R – размер радиуса кривошипа 1, кривошипы 1 и 2 имеют одинаковые конструктивные размеры, [м];

d – размер стойки механизма, [м];

l_0 – начальная длина гибких связей вида (ρ_5) при $\varphi_1 = 0, \varphi_2 = 0$.

l_1, l_2 – длина деформированных гибких связей, являются функциями обобщенных координат φ_1 и φ_2 динамической модели механизма, [м];

ρ_1 – одноподвижная, вращательная кинематическая пара V^{10} класса по систематизации профессора А.П.Малышева.

ρ_5 – гибкие предварительно напряженные связи. Предварительное напряжение гибких связей осуществляется в начальном положении кинематической цепи параллелограммно механизма при $\varphi_1 = 0, \varphi_2 = 0$.

1.2. Функция кинетической энергии динамической модели механизма гибкого параллелограмма (рис. 1) может быть записана формулой вида:

$$T = \frac{1}{2}J_1\dot{\varphi}_1^2 + \frac{1}{2}J_2\dot{\varphi}_2^2 \quad (1)$$

1.3. Функция изменения потенциальной энергии упругой деформации замкнутого предварительно напряженного контура кинематической цепи самоустанавливающегося механизма гибкого параллелограмма:

$$П = \frac{1}{2}C[(\Delta l_1 + \Delta l_0)^2 + (\Delta l_2 + \Delta l_0)^2] \quad (2)$$

1.3.1. Коэффициент продольной жесткости гибких связей на деформацию растяжение:

$$C = \frac{EF}{l_0}, \quad \left[\frac{H}{м} \right] \quad (3)$$

где: E – модуль упругости материала гибкой связи, [Н/м²] = Па;

F – площадь поперечного сечения гибкой связи, [м²];

$l_0 = d$ – начальная длина гибкой связи, равная размеру стойки механизма гибкого параллелограмма, [м].

1.3.2. Деформации Δl_1 и Δl_2 в любом положении механизма гибкого параллелограмма могут быть определены зависимостями вида:

$$\Delta l_1 = l_1 - l_0 \quad (4)$$

$$\Delta l_2 = l_2 - l_0$$

На основе расчетно-динамической модели можно найти, что (см. рис. 1):

$$l_1 = \sqrt{(d + R\sin\varphi_2 - R\sin\varphi_1)^2 + (R\cos\varphi_2 - R\cos\varphi_1)^2} \quad (5)$$

$$l_2 = \sqrt{(d - R\sin\varphi_2 + R\sin\varphi_1)^2 + (R\cos\varphi_1 - R\cos\varphi_2)^2}$$

1.3.3. Начальная длина гибких связей равна:

$$l_0 = l_1 = l_2 = d, \quad \text{при} \quad \varphi_1 = \varphi_2 = 0. \quad (6)$$

С учетом (4), (5), (6) деформации Δl_1 и Δl_2 гибких связей в различных положениях кинематической цепи движущегося механизма можно определить:

$$\Delta l_1 = \frac{dR \sin \varphi_1 - dR \sin \varphi_2 - R^2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) + R^2}{d} \quad (7)$$

$$\Delta l_2 = \frac{dR \sin \varphi_1 - dR \sin \varphi_2 - R^2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) + R^2}{d}$$

1.3.4. Начальная деформация предварительного натяжения гибких связей определяется формулой:

$$\Delta l = \varepsilon_0 d, \quad l_0 = d \quad (8)$$

где $\varepsilon_0 = \frac{\Delta l_0}{d}$ – относительная деформация предварительного натяжения гибких связей.

Таким образом Δl_1 , Δl_2 – соответствующие деформации гибких связей, вызываемые колебаниями ведущего и ведомого кривошипов механизма параллелограмма (рис.1).

2. Используем классическое уравнение Лагранжа второго рода:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_s} \right) + \frac{\partial \pi}{\partial q_s} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial q_s} = 0, \quad (s = 1, 2, \dots) \quad (9)$$

Определим:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_s} \right) = J_1 \ddot{\varphi}_1 \quad (10)$$

Найдем:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_1} = 2CR^2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) + 2C\varepsilon_0 R [R \sin(\varphi_1 - \varphi_2) - d \cos \varphi_1], \quad (11)$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_2} = -2CR^2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) - 2C\varepsilon_0 R [R \sin(\varphi_1 - \varphi_2) - d \cos \varphi_1],$$

2.1. Система нелинейных дифференциальных уравнений движения самоустанавливающегося гибкого шарнирного инновационного механизма двойного параллелограмма III-го класса, I-го семейства:

$$\begin{cases} J_1 \ddot{\varphi}_1 + 2CR^2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) + 2C\varepsilon_0 R [R \sin(\varphi_1 - \varphi_2) - d \cos \varphi_1] = 0 \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 - 2CR^2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) - 2C\varepsilon_0 R [R \sin(\varphi_1 - \varphi_2) - d \cos \varphi_1] = 0 \end{cases} \quad (12)$$

Выводы:

1. Исследуемый инновационный передаточный механизм это трёхзвенный механизм неассуровой гибкой структуры, конструкции III-го класса, 1-го семейства. В статье обсуждается конструктивная, технологическая, структурная, геометрическая, кинематическая, динамическая общая модель самоустанавливающегося гибкого шарнирного инновационного механизма двойного параллелограмма III-го класса, 1-го семейства, механизм пространственный (рис.1).

2. Определена конструктивная – технологическая – структурная формула самоустанавливающегося гибкого шарнирного инновационного механизма двойного параллелограмма III-го класса, 1-го семейства в виде записи:

$$\mathbf{I(1,3)} \rightarrow \mathbf{III(2)}$$

3. В статье определены основные конструктивные, технологические, структурные, геометрические, кинематические, динамические комплексные параметры общей модели самоустанавливающегося гибкого шарнирного инновационного механизма двойного параллелограмма III-го класса, 1-го семейства.

4. Система нелинейных дифференциальных уравнений движения самоустанавливающегося гибкого шарнирного инновационного механизма двойного параллелограмма III-го класса, 1-го семейства имеет следующий вид записи:

$$\begin{cases} J_1 \ddot{\varphi}_1 + 2CR^2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) + 2C\varepsilon_0 R [R \sin(\varphi_1 - \varphi_2) - d \cos \varphi_1] = 0 \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 - 2CR^2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) - 2C\varepsilon_0 R [R \sin(\varphi_1 - \varphi_2) - d \cos \varphi_1] = 0 \end{cases} \quad (12)$$

5. В статье исследуется трёхзвенный механизм неассуровой гибкой структуры конструкции. С точки зрения «Современный прикладной механики» [1 – 21.] является новым и инновационным. Имеет весьма простую и в тоже время гибкую конструкцию. Обеспечивает передачу вращательного движения между параллельными валами, бесшумен в работе, конструкция механизма беззазорная и неметаллоёмная [1 – 21.]. Механизм общего функционального назначения.

6. Определение основных конструктивных, технологических, структурных, геометрических, динамических параметров, а так же истинного движения самоустанавливающегося гибкого шарнирного инновационного механизма двойного параллелограмма III-го класса, 1-го семейства потребовало разработки её общей модели (рис.1) и её нелинейный математической модели в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений (12).

1. Наурызбаев Р.К. и др. «Самоустанавливающиеся механизмы параллелограммов с гибкой структурой»: Монография, Алматы: НИЦ «Гылым», – 2002. – 244с.
2. Наурызбаев Р.К. и др. «К обоснованию проблемы создания самоустанавливающихся параллелограммных гибких механизмов»: Алматы.: Издательство: «Тауар» – 2001. – 135с.
3. Наурызбаев Р.К. и др. Теория самоустанавливающихся кинематических цепей пространственных исполнительных механизмов: Монография, Алматы.: Издательство: «Тауар», ИА РК – 2000. – 494с.
4. Наурызбаев Р.К. и др. Современная прикладная механика. – Алматы: Серия: «Машиностроение», 2004. – 464с.
5. Наурызбаев Р.К. Анализ, синтез и разработка самоустанавливающихся шарнирно-стержневых механизмов с гибкими связями: Дисс....докт.техн.наук., Алматы, 1993. – 484с.
6. Наурызбаев Р.К., Сансызбаев К.К., Кошанова Ш.К. «Аналитические решения математических проблем движения рычажного механизма» - Вестник Академии Гражданской Авиации, №4 (07) 2017., Алматы, с.53-59.
7. Nauryzbaev R., Sadykov Zh., Sansyzybayev K., Toilybaev M., Koshanova Sh. «Колебания в самоустанавливающихся механизмах конструкции маятник» – Published by SCIENTIFIC-TECHNICAL UNION of MECHANICAL ENGINEERING – “INDUSTRY 4.0” Sofia, BULGARIA, page 122-125., 13 – 16 DECEMBER, 2017.
8. Наурызбаев Р.К., Сансызбаев К.К., Кошанова Ш.К. «Аналитические исследование структура, кинематика и динамика шестизвального механизма физического маятника» // Материалы XXVI Международной научной конференции «Техноконгресс», Кемерово: Издательский дом "Плутон", 2018. – с.3-8.
9. Наурызбаев Р.К., Сансызбаев К.К., Кошанова Ш.К. «Исследование колебаний ведущего звена механизма физического маятника на основе её математических моделей» //Материалы VII – Международной научной конференции «Проблемы механики современных машин» – Улан-Удэ: Издательство ВСГУТУ, 25 – 30 июня 2018 г., Том -1, с. 55-60.
10. Наурызбаев Р.К., Сансызбаев К.К., Кошанова Ш.К. «Структурный синтез и динамический анализ шестизвального механизма физического маятника» // Материалы IX – Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2018)» – Ростов на Дону: Изд-во ДГТУ, 05 – 09 сентября 2018 г. – с. 89-93.
11. Nauryzbaev R.K., Sansyzybayev K.K., Koshanova Sh.K. «STUDIES OF MECHANISMS OF THE CONSTRUCTION PENDULUM» // MATERIALS OF THE XXI INTERNATIONAL RESEARCH AND PRACTICE CONFERENCE European Science and Technology – Munich, Germany, page 41-54., October 24th - 25th, 2018.
12. Nauryzbaev Rakhimzhan, Sansyzybayev Kazybek, Koshanova Sholpan «New mechanisms and machines based on kinematic flexible circuits. Innovative drive of new soil-processing machine» //

- Materials of the International Conference “Scientific research of the SCO countries: synergy and integration” - Reports in English. Part 2. – Beijing, China, page 199-207., December 12, 2018.
13. Наурызбаев Р.К. и др. «Динамика самоустанавливающихся параллелограммных механизмов с гибкими связями в замкнутом предварительно напряженном контуре»: Монография. Алматы: НИЦ «Гылым» – 2002. – 88с.
14. Наурызбаев Р.К. Развитие механики машин. – Алматы: Серия: «Машиностроение», Изд.: «Гылым», Книга посвящена 100-летию академика АН СССР И.И. Артоболевского – 2004г., 328с.
15. Наурызбаев Р.К. «Развитие ключевых структурных формул современной теории механизмов и машин доктора технических наук, профессора машиноведения Наурызбаева Рахимжана Кажекевича». Учебное пособие предназначено для студентов очного, заочного и дистанционного формам обучения по машиностроительным, техническим и инженерным специальностям. – Алматы: Издательство: «Агроуниверситет», КазНАУ, 2011. – 14с.
16. Наурызбаев Р.К. «Новые самоустанавливающиеся пространственные ассуровые и неассуровые кулачковые механизмы. Границы теории их синтеза»: Монография – Алматы: Издательство: «Агроуниверситет», КазНАУ – 2014. – 280с.
17. Наурызбаев Р.К. и др. Начала теории структуры самоустанавливающихся гибких параллелограммов: Алматы: НИЦ «Гылым» – 2001. – 108с.
18. Наурызбаев Р.К. и др. Теория самоустанавливающихся механизмов и машин с гибкими связями: Монография, Алматы: Издательство: «Тауар» – 1999. – 342с.
19. Наурызбаев Р.К. и др. Развитие структурной теории самоустанавливающихся многокривошипных параллелограммных механизмов: Монография – Алматы: Издательство: «Тауар», ИА РК – 2001. – 166с.
20. Светлицкий В.А. Передачи гибкой связью. – М.: «Машиностроение», 1967.– 187с.
21. Фролов К.В. и др. Машиностроение. Энциклопедия в сорока томах. – М.: «Машиностроение», 1998. – 720с.

Панайоти В.А., Копытова Е.В., Клягин М.М.
Анализ состояния поверхностного слоя быстрорежущих сталей
после шлифования с ТСМ

МИРЭА- Российский технологический университет
(Россия, Москва)

doi:10.18411/spc-12-03-2019-09

idsp: sciencepublic-12-03-2019-09

Обеспечение высокого качества режущего инструмента является одной из важнейших задач инструментального производства. Однако обрабатываемость этих сталей с повышением легированности резко ухудшается. Применение же высокопроизводительных марок быстрорежущей стали повышенной теплостойкости, легированных ванадием, кобальтом, молибденом и другими металлами может быть эффективно при шлифовании эльборовыми кругами. Однако в связи с тем, что основное количество заточных станков не оснащено устройствами для подачи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), обработка этих сталей приводит к чрезмерному нагреву и появлению прижогов на затачиваемом инструменте, а также к большому расходу дорогостоящего эльбора. В работе изучали возможность использования стандартного эльборового инструмента в условиях замены СОЖ твердыми смазочными материалами (ТСМ) для изучения потребностей в области обеспечения качества заточки и разработки рекомендаций для выбора инструментального материала в различных условиях его эксплуатации.

Исследования проводили на универсальном модернизированном заточном станке модели 3А64Д, оснащенном приспособлением для нанесения твердого смазочного материала с заданным расходом смазки.

В исследованиях использовали эльборовые шлифовальные круги ЛЧК 125x45x32x10x5 из эльбора марки ЛО, зернистостью 8, твердостью С1, 100% структуры на керамической связке С10.

Шлифовали образцы из закаленной быстрорежущей стали различных низколегированных и высоколегированных марок высотой 7 мм (см. таблицу 1). В качестве твердой смазки использовали бруски сечением 10x10 мм из предложенной композиции на основе гексагонального нитрида бора. Предложенную композицию

ТСМ составляли из нескольких компонентов с различными свойствами и температурами плавления. Смазочный материал наносили тонким слоем на рабочую поверхность абразивного круга непосредственно в процессе шлифования. Для этого брусок ТСМ закрепляли в специальном приспособлении и прижимали его к режущей поверхности круга. Конструкция приспособления позволяет регулировать частоту нанесения смазочной смеси на поверхность круга, а также ее расход [1].

Микрорельеф рабочих поверхностей, и состояние поверхностного слоя режущего инструмента из быстрорежущих сталей в значительной степени влияют на износостойкость лезвийного инструмента. В работе контролировали следующие показатели качества обработанной поверхности: шероховатость поверхности, микротвердость (величину наклепа) как на обработанной поверхности, так и его распределение по глубине приповерхностного слоя, а также фазовый состав стали после обработки.

В качестве параметра шероховатости поверхности принято среднее арифметическое отклонение профиля R_a , которое определялось с помощью профилографа-профилометра модели 201 завода "Калибр"[2]. Испытания образцов на микротвердость проводили на приборе модели ПМГ-3 с нагрузкой 2 Н. Поверхностное упрочнение шлифованной поверхности и распределение микротвердости по глубине шлифованной поверхности быстрорежущих сталей изучали микродюрометрическим методом, для чего приготавливали косые шлифы . Поверхностный слой исследовали путем вдавливания алмазной пирамиды на приборе ПМТ-3[3]. Фазовый состав поверхностного слоя быстрорежущих сталей после шлифования исследовали с помощью рентгеноструктурного анализа. Съемку рентгенограмм производили на дифрактомере модели ДРОН-1 в железном излучении с записью интенсивности рентгеновских линий. Определяли количество остаточного аустенита [4,5]. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели состояния поверхности различных марок быстрорежущей стали после шлифования эльборовым кругом ЛО8 С1 100% С10. Режим резания: $V = 19$ м/с; $S = 1$ м/мин.; $t = 0,02$ мм/ дв. ход.

Марка быстрорежущей стали	Шероховатость поверхности R_a , мкм	Степень наклепа, кгс/мм ²	Глубина наклепа, мкм	Содержание аустенита, %
P18	0,17 / 0,25	140 / 190	180 / 220	7 / 10
P6M5	0,17 / 0,24	145 / 200	175 / 218	-
P9Ф5	0,14 / 0,19	200 / 325	115 / 195	8 / 12
P9K10	0,12 / 0,16	240 / 340	75 / 125	4 / 6
P12ФЗК10М3	0,09 / 0,13	205 / 290	45 / 70	3 / 5

Примечание. В числителе приведены данные, полученные при шлифовании с ТСМ, в знаменателе – без ТСМ.

Смазывание режущей поверхности круга приводит к сглаживанию микрорельефа обработанной поверхности. Так, параметр R_a при шлифовании стали P6M5 с ТСМ уменьшается в 1,5 раза по сравнению со шлифованием без ТСМ (см. таблицу 1). С увеличением легированности быстрорежущей стали параметр шероховатости уменьшается, как в условиях нанесения смазки, так и без ее применения, при этом величина R_a уменьшается примерно в 2 раза. Улучшается и микрорельеф поверхности. [6] Наблюдается незначительное снижение эффективности применения ТСМ до 1,3 раза, однако класс шероховатости возрастает, что позволяет прогнозировать повышение эксплуатационных показателей лезвийного инструмента [7].

Степень и глубина наклепа влияют на физико-механические свойства поверхности лезвийного инструмента после обработки и способствует изменению его износостойкости [3]. Использование твердой смазки снижает интенсивность пластических деформаций, что приводит к снижению глубины и степени наклепа и достижению более равномерного его распределения. Однако под воздействием высоких температур при шлифовании происходят нежелательные фазовые превращения мартенсита в остаточный аустенит, что приводит к еще большему увеличению твердости и хрупкости приповерхностных слоев[4]. Исследования показали, что нанесение смазки на поверхность круга приводит к резкому снижению теплонапряженности процесса обработки[8], что приводит к снижению степени и глубины наклепа, а также к снижению количества остаточного аустенита в 1,5 раза.

Из представленных в таблице данных распределения исследованных параметров видно, что при использовании предложенной композиции ТСМ при шлифовании и заточке лезвийных инструментов показатели качества обработанной поверхности улучшаются: уменьшается показатель шероховатости, снижаются величины пластического деформирования металла и уменьшаются нежелательные фазовые превращения. Исследование влияния шлифования с использованием твердых смазок показало, что применение ТСМ повышает качество обработки всех марок быстрорежущей стали и может быть рекомендованы для выбора ее марки для конкретных условий заточки и шлифования лезвийного инструмента.

Необходимо отметить, что влияние характеристики эльборового круга в данном исследовании не проводились, но ранее полученные результаты позволяют экстраполировать их и использовать для выработки практических рекомендаций для выбора зернистости твердости и зернистости эльборовых кругов [9,10,11].

Теоретическим обоснованием положительного влияния на улучшение качественных показателей при шлифовании с использованием ТСМ является значительное снижению сил трения при его взаимодействии с обрабатываемым материалом [12].

Данное исследование позволяет использовать его результаты при выборе материала лезвийного инструмента, и, учитывая классические закономерности влияния режимов обработки и характеристики эльборовых кругов на показатели качества поверхности, прогнозировать их назначение как в условиях применения твердой смазки, так и без ее нанесения.

1. Панайоти В.А. Исследование методов нанесения твердой смазки на поверхность шлифовального круга в процессе обработки. М., СТИН, 2016, №10, С.26-29.
2. Прогрессивные машиностроительные технологии, оборудование и инструменты. Верещагин А.С., Возняковский А.П. и др. Коллективная монография / Москва, 2015. Том V. с. 228-264.
3. Панайоти В.А. Исследование влияния твердой смазки на поверхностное упрочнение инструментов из быстрорежущей стали при заточке. Вестник Брянского государственного технического университета. 2016. №2 (50) с.41-45
4. Панайоти В.А. Влияние твердых смазок на фазовый состав шлифованной поверхности быстрорежущих сталей Научные труды .IV Международная конференция "Фундаментальные исследования и инновационные технологии в машиностроении" М. ИМАШ РАН., Издательский дом "Спектр", 2015, С.189-191.
5. Панайоти В.А. Исследование структурных превращений в быстрорежущих сталях при шлифовании с применением твердых смазок, Автоматизация и современные технологии, 2017. №2, С. 55-60.
6. Панайоти В.А. Исследование геометрии рельефа режущей поверхности эльборового круга при шлифовании с твердой смазкой. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2016. №1 (315). С.67-71.
7. Панайоти В.А. Повышение эффективности и качества при шлифовании быстрорежущих сталей с использованием твердых смазок. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2016. №2 (316). С.87-91.

8. Панайоти В.А. Исследование теплового режима при шлифовании с применением твердых смазок. Вестник Брянского государственного технического университета. 2017. №6 (59). С.32-38.
9. Панайоти В.А. Исследование влияния ТСМ на глубину упрочнения быстрорежущей стали при шлифовании эльборовыми кругами разной твердости. Научные труды. IV Международная конференция "Фундаментальные исследования и инновационные технологии в машиностроении" М. ИМАШ РАН., Издательский дом "Спектр", 2017, С.189-191.
10. Панайоти В.А. Влияние твердой смазки на поверхностное упрочнение инструментов из быстрорежущей стали эльборовыми кругами различной зернистости. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2017. №2 (322). С.106-109.
11. Панайоти В.А., Богомольная Г.В., Копытова Е.В. Влияние ТСМ на температуру при заточке инструмента эльборовыми кругами различной зернистости. Сборник трудов XII Международной научно-технической конференции «Трибология — машиностроению», Ижевск, 2018г, С. 385-387.
12. Панайоти В.А., Асадова Ю.С., Неменко М.В. Оценка смазывающей способности твердых смазочных материалов. М. СТИН, 2017, №12, С. 31-35.

Поленин В.И.

Явление единой причинности дипольной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта лучом лазера и сигналом РЛС

(Россия, Санкт-Петербург)

doi:10.18411/spc-12-03-2019-10

idsp: sciencepublic-12-03-2019-10

Аннотация

Описываются причинно-следственные связи, лежащие в основе явления наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта, включая ее выход на морскую поверхность, при освещении области в толще воды лучом лазера и облучении поверхности моря над объектом сигналом РЛС. Луч лазера в стационарной морской среде создает сигнал обратного рассеяния постоянного уровня. В области гидродинамических возмущений от подводного движущегося объекта наблюдается сигнал обратного рассеяния переменной яркости, соответствующей структуре и уровню возмущений. На поверхности воды наблюдается аналогичное явление обратного рассеяния электромагнитного излучения РЛС, формирующего в зоне выхода гидродинамических возмущений на поверхность бликовые эффекты на экране РЛС. Показывается, что эти явления имеют единую природу, обусловленную изменением пространственной ориентации диполей молекул и жидких кристаллов-кластеров воды в области гидродинамических возмущений, сопровождающих движение подводного объекта. Установление этого свойства, в случае его подтверждения опытными данными, отвечает требованиям квалификации открытия.

Ключевые слова: диполи молекул воды, магнитное поле Земли, подводный движущийся объект, жидкие кристаллы-кластеры, луч лазера, люминесценция, излучение РЛС.

Abstract

The relationships of cause and effect which are the cornerstone of the phenomenon of observability of area of hydrophysical indignations from an underwater moving object, including its exit to a sea surface when lighting the area in the thickness of water are described by a laser beam and radiation of a surface of the sea over an object a signal of radar station. The laser beam in the stationary marine environment creates a signal of a backscattering of a fixed level. In the field of hydrodynamic indignations from an underwater moving object the signal of a backscattering of variable brightness, to the relevant structure and level of indignations is observed. On a water surface the similar phenomenon of a backscattering of the electromagnetic radiation of radar station forming in a zone of an exit of hydrodynamic indignations to a surface glare effects on the screen of radar station is

observed. Is shown that these phenomena have the uniform nature caused by change of dimensional orientation of dipoles of molecules and liquid crystals clusters of water in the field of the hydrodynamic indignations accompanying driving of an underwater object. Establishment of this property, in case of its confirmation by test data, meets the requirements of qualification of opening.

Keywords: dipoles of molecules of water, magnetic field of Earth, underwater moving object, liquid crystals clusters, laser beam, luminescence, radiation of radar station.

«Что может быть сделано на основе меньшего числа предположений, не следует делать, исходя из большего» Методологический принцип «Бритва Оккама»

1. Современное понимание причинности наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта лучом лазера и сигналом РЛС. Постановка задачи

Рассматривается известное явление наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта при осуществлении:

- в подводной среде – лидарного зондирования путем лазерного излучения в сине-зеленой части спектра и получения сигнала обратного рассеяния приемником, включающим объектив и фотодетектор;
- в воздушной среде – лидарного зондирования подводной среды и зондирования водной поверхности лучом РЛС.

Наблюдаемость гидродинамических возмущений водной среды, вызванных движением объекта, с применением лидара подтверждается рядом публикаций:

1. «... гидрофизические возмущения могут наблюдаться с помощью лидаров благодаря тому, что под их влиянием неоднородности распределения гидрооптических характеристик трансформируются в пространстве и во времени... Проведенные эксперименты подтвердили возможность дистанционной регистрации гидрофизических процессов» [19, с. 4].

2. «Современные дистанционные лазерные методы визуализации и вычисления компонент скорости движения частиц в жидкости позволяют производить измерения... возмущений поля скорости, вызванные движением сферы в водной толще» [17].

3. «Применение разработанного в ГОИ мощного лазера на переходах атомов меди (530 нм) позволило создать систему глубоководного лазерного зондирования (ЛЗ), для получения информации о гидрооптических неоднородностях с глубин до 100 м... Такая система ЛЗ позволяет обеспечить оперативный поиск мест залегания турбулентных полей» [3].

Что касается внешнего лидарного зондирования гидрофизических возмущений поверхности моря и подводной среды, то оно подтверждается следующими публикациями:

1. В работе [19, с. 4]: «...применение лидарных систем, установленных на авиационных и спутниковых носителях, значительно повышает производительность обследования акваторий».

2. Авиационные «лидары широко применяются при изучении и исследовании Мирового океана. Они используются... для изучения характеристик морского волнения, проявлений на поверхности процессов, происходящих в глубине океана» [22].

Далее, в отношении радиолокационной наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта на поверхности моря:

1. «У исследований подводного обнаружения с использованием радара долгая история. Бернуллиевый «максимум» – пример возмущения, вызванного субмариной,

распространяющегося по вертикали. Поток вокруг корпуса проявляется на поверхности как след Кельвина» [30].

2. «Кластеры воды на границах раздела фаз (жидкость-воздух) выстраиваются в определенном порядке, при этом все кластеры колеблются с одинаковой частотой, приобретая одну общую частоту. При таком движении кластеров, учитывая, что входящие в кластер молекулы воды являются полярными, то есть, имеют большой дипольный момент, следует ожидать появления электромагнитного излучения» [12]. При этом показывается, что частота колебаний кластеров воды и, соответственно, частота электромагнитных колебаний соответствует частотам излучений, характерных для РЛС.

3. Известны свидетельства об имевшейся практике радиолокационного поиска подводных лодок в подводном положении по образуемым ими при движении возмущениям надводной среды [21, 25].

4. В публикации [29] «Представлено моделирование следов, возбуждаемых погруженным телом, в радиолокационных изображениях с высоким разрешением радара с синтезированной апертурой (SAR)».

Итак, наблюдаемость области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта при осуществлении лидарного зондирования и зондирования водной поверхности лучом РЛС подтверждается рядом публикаций.

По поводу физики явления наблюдаемости гидрофизических возмущений в публикациях приводятся следующие утверждения:

- «характер возмущений зависит от состояния водной среды (плотность, температура, давление)» [17];
- «задача о возможной связи параметров профилей показателя ослабления и гидрологических характеристик морской воды рассматривалась во многих работах... и все же единого мнения о закономерностях такой связи до сих пор нет» [19, с. 7];
- «...Образуются турбулентные плавучие ячейки, которые поднимаются и обнаруживаются радаром... регистрируемые радиолокационные наблюдения подобны наблюдениям, обусловленным отражениями от повышенных конвективных ячеек ... Хотя снимки, полученные со спутника Seasat, подтвердили, что при определенных условиях радар с синтезированной апертурой может обнаружить модуляцию ряби на морской поверхности, механизм этого явления еще недостаточно изучен» [26];
- радиолокационные наблюдения следа подводного объекта на поверхности воды вызваны «обнаружением тороидной волновой структуры,... которая... порождается «горбом Бернулли», который является частью следа Кельвина [21, 30] (рис. 1).

Рисунок 1. Гидродинамические возмущения при проходе подводной лодки [21]

Таким образом, современные взгляды на природу наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта сводятся:

а) лазерным лучом – к влиянию гидрооптических показателей рассеяния, без указания физической причины наблюдаемости области гидродинамических возмущений, но с констатацией того, что «единого мнения о закономерностях такой связи до сих пор нет»;

б) сигналом РЛС – к турбулентности, «горбу Бернулли», следу Кельвина и модуляции ряби на морской поверхности, с акцентом на профильный характер их проявления и регистрации как неровностей на поверхности воды.

Наиболее общий вывод является следующим: «В институтах Академии наук и организациях промышленности был развернут комплекс фундаментальных, прикладных и технологических исследований как по физическому обоснованию принципов построения аппаратурных комплексов обнаружения гидрофизических возмущений от движущегося подводного объекта... Наиболее сложной оказалась проблема раскрытия закономерностей образования возмущений гидрофизических полей от подводных объектов как в толще вод, так и на морской поверхности» [7].

Не отрицая правомерность этих выводов и заключений, а также с учетом заключений о том, что причины наблюдаемости области гидродинамических возмущений с применением лидаров и РЛС достоверно не установлены, в статье ставится задача обосновать утверждение о том, что одной из основных причин наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта лучом лазера и сигналом РЛС является дипольная природа явления обратного рассеяния, единая для обоих средств и способов наблюдения. Это знание является новым и в научных публикациях не встречается.

2. Явления, сопровождающие лазерное излучение в условиях стационарной морской среды

Факт 1. Известно, что лазерный луч световых волн небольшого частотного диапазона (от инфракрасного до ультрафиолетового) создает в воде явление люминесценции [10, с. 14-22], вызванного эффектом обратного рассеяния.

Современный взгляд, связанный с дипольной природой молекул воды, объясняет это явление тем, что молекулы воды являются электрическими диполями, которые при воздействии электрического поля света лазера проявляют свойство поглощения-излучения [11, 12, 14, 15] (рис. 2).

Рисунок 2. Молекула воды – диполь

Воды океанов и морей находятся в непрерывном движении, обусловленном геофизическими океаническими и морскими, ветровыми и приливо-отливными течениями [4, 6].

Поскольку диполь молекулы воды находится в движении, обусловленном морским (океанским) течением, то под влиянием магнитного поля Земли на оба заряда диполя (H – положительный, O – отрицательный) действует сила Лоренца – сила воздействия магнитного поля на движущуюся в нем точечную заряженную частицу [5, 8, 14, 20] (рис. 3).

Рисунок 3. Пространственная ориентация диполя молекулы воды во внешнем магнитном поле Земли в условиях стационарного течения, пересекающего линии магнитного поля

Направления действия силы Лоренца на положительный и отрицательный заряды диполя, противоположны. Поэтому в каждой точке земной поверхности в магнитном поле Земли существует только одно устойчивое положение (пространственная ориентация) диполя, объясняемое действием этой силы в данной точке.

Факт 2. Современная модель воды, названная кластерно-фрактальной моделью [13], включает свободные молекулы-диполи и их ассоциаты (около 60% объема воды), а также жидкие кристаллы-кластеры (около 40% объема воды).

Свободные, не связанные в ассоциаты, молекулы воды присутствуют в воде лишь в очень небольшом количестве. В основном же вода – это совокупность беспорядочных ассоциатов и «водяных кристаллов», где количество связанных в водородные связи молекул может достигать сотен и даже тысяч единиц (рис. 4).

Рисунок 4. Модель структуры воды, представляющая собой смесь свободных молекул и ассоциат кластеров (объединены контурными линиями) [28]

В условиях стационарного морского течения векторы статических электрических полей всех свободных молекул-диполей, их ассоциат и жидких кристаллов-кластеров имеют одинаковую пространственную ориентацию [11, 16]. Еще

Фарадей предсказал наличие в океане токов, вызванных простой индукцией, при движении морской воды в течениях поперек магнитных силовых линий земного магнитного поля. При горизонтальном направлении магнитных силовых линий магнитного поля Земли (в районе экватора) векторы статических электрических полей диполей морской воды будут направлены вертикально: для восточного течения – вверх (рис. 5), для западного течения – вниз.

Рисунок 5. Одинаковая пространственная ориентация диполей молекул воды в толще водной среды и на поверхности моря в условиях стационарного морского течения восточного направления и воздействия магнитных силовых линий магнитного поля Земли горизонтальной направленности

Факт 3. Молекулы воды как люминесцирующего вещества оптически анизотропны, т. е. по разным направлениям они обладают разными оптическими свойствами, и на них по-разному действует электрический вектор возбуждающего света лазера. Направление, в котором явления поглощения-излучения молекулы проявляются в наибольшей степени, называют направлением поглощающих и излучающих осцилляторов [10, с. 332].

Поскольку под влиянием магнитного поля Земли векторы электростатической напряженности $E_{\text{диполя}}$ всех свободных молекул-диполей, их ассоциатов и жидких кристаллов-кластеров имеют одинаковую пространственную ориентацию, то вдоль луча лазера интенсивность поглощения-излучения, т. е. люминесценции, будет неизменной [18]. В некотором произвольном направлении эта интенсивность характеризуется диаграммой направленности инициируемого поглощения-излучения (рис. 6).

Рисунок 6. Индикатрисса излучения и диаграмма направленности инициируемого поглощения-излучения диполя молекулы воды

Направление инициируемого поглощения-излучения совпадает с направлением вектора $E_{\text{эл.поля лазера}}$ напряженности электрического поля луча лазера, лежащего в плоскости поляризации лазерного излучения (рис. 7).

Рисунок 7. Схема пространственной ориентации вектора электростатической напряженности диполя и плоскости поляризации луча лазера

Следствие. Уровень сигнала обратного рассеяния, принимаемый фотодатчиком лазера, будет иметь по трассе луча характер малых случайных колебаний при закономерном уменьшении амплитуды по мере увеличения расстояния за счет рассеяния излучения (рис. 8).

Рисунок 8. Характер изменения уровня сигнала обратного рассеяния по дальности, принимаемого фотодатчиком лазера вдоль трассы луча при неизменности направления излучения

Что касается изменения показателя поглощения океанской воды, то его принято считать тем же, что и у чистой воды [24].

3. Явление дипольной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта и по его следу

Факт 4. В условиях гидродинамических возмущений, возникающих в области обтекания подводного движущегося объекта, ориентация свободных молекул-диполей, их ассоциатов и жидких кристаллов-кластеров в пространстве изменяется.

Природа обтекания подводного движущегося объекта такова, что вокруг него слои воды изменяют свое направление или ориентацию в пространстве, а вслед за объектом образуются симметрично расположенные вихри [23, 25] (рис. 9).

Векторное цветное поле скоростей воды при обтекании цилиндра

Направления слоев жидкости и симметричные вихри при обтекании подводного движущегося объекта

Рисунок 9. Гидродинамические явления при обтекании подводного движущегося объекта

По мере поочередного отрыва вихрей они располагаются сзади по следу подводного движущегося объекта и постепенно ослабевают по причине потерь из-за вязкости воды.

В указанных областях обтекания подводного движущегося объекта имеет место послойное, приблизительно повторяющее конфигурацию слоев, изменение пространственной ориентации диполей воды (рис. 10).

Рисунок 10. Пространственная ориентация диполей молекул воды в условиях стационарного морского течения и в области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта

Известно, что после снятия возмущений свободные диполи молекул воды и их ассоциаты восстанавливают нарушенную пространственную ориентацию относительно магнитного поля Земли за короткое время (релаксации) порядка 10-12 секунд. А вот диполи жидких кристаллов-кластеров после окончания возмущающего воздействия вновь ориентируются магнитным полем Земли лишь через 30-40 мин [9, 13], что характеризует устойчивость явлений гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта.

Следствия:

1) в области водной среды, прилегающей к подводному движущемуся объекту, векторы электростатической напряженности диполей молекул воды и жидких

кристаллов-кластеров будут изменять направление в соответствии с гидродинамической ориентацией слоев и вихрей, создаваемой подводным движущимся объектом;

2) вызванные внешними возмущениями изменения направлений векторов электростатической напряженности диполей жидких кристаллов-кластеров, составляющих свыше 40% общего объема воды, сохранятся в каждом сечении области гидрофизических возмущений в течение 30-40 минут с момента их образования;

3) при пересечении лучом лазера этой области непосредственно у подводного движущегося объекта и по следу объекта, будет иметь место флуктуация обратного рассеяния в соответствии с ориентацией слоев и вихрей в области гидрофизических возмущений.

Уровень сигнала, принимаемый фотодатчиком лазера, по трассе луча в пределах области гидродинамических возмущений от подводного движущегося объекта и по его следу приобретет характер случайных колебаний в соответствии с гидродинамической ориентацией слоев и вихрей (рис. 11).

Рисунок 11. Изменение характера уровня сигнала обратного рассеяния по дальности, принимаемого фотодатчиком лазера вдоль трассы луча, пересечении лучом лазера области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта

Новое знание 1: Установление явления дипольной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта, при освещении области в толще воды лазерным лучом, что обусловлено устойчивым во времени изменением направлений пространственной ориентации диполей жидких кристаллов-кластеров, вызванным гидрофизическими возмущениями.

4. Явление дипольной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта и по его следу на поверхности моря

Факт 5. Наиболее глубоко явление возбуждения гидродинамических возмущений на поверхности моря при обтекании подводного движущегося объекта (шара) исследовано в работе [2]. Предложено новое решение задачи, целью которого является вычисление возвышения свободной поверхности жидкости (корабельной волны), а не волнового сопротивления. Облик геометрических форм возмущений поверхности воды, характерных для реалистичных значений числа Фруда $F = V / \sqrt{gh}$, где V – скорость движения, h – глубина погружения шара, представлен на рис. 12.

Оси: x – по направлению, y – поперек движения объекта, z – вертикально вверх; a – радиус шара; ζ – глубина профиля поверхности

Рисунок 12. Профиль подводных гидрофизических возмущений и поверхностной корабельной волны в области подводного движущегося объекта и по его следу при различных значениях числа Фруда

Похожие результаты опубликованы в статье [27] (рис. 13).

Оси: x – по направлению, y – поперек направления движения объекта, z – вертикально вверх; D – радиус шара; шкала справа – компонент скорости волнового поля по направлению оси x

Рисунок 13. Профиль подводных гидрофизических возмущений и поверхностной корабельной волны в области подводного движущегося объекта и по его следу при различных значениях числа Фруда

Таким образом, при обтекании водой подводного движущегося объекта, зоны гидродинамических возмущений возникают и на поверхности моря.

Очевидно, что поверхностный слой воды в этих зонах будет содержать жидкие кристаллы-кластеры с пространственной ориентацией диполей, определяемой воздействием гидродинамических возмущений, достигающих поверхности воды.

Известно, что «кластеры воды на границах раздела фаз (жидкость-воздух) выстраиваются в определенном порядке, при этом все кластеры колеблются с одинаковой частотой, приобретая одну общую частоту, более высокую, чем характерна для отдельных диполей... Установлено, что частота колебаний кластера и, соответственно, частота электромагнитных колебаний... равна $6,79 \cdot 10^9$ Гц, то есть длина волны в свободном пространстве должна составлять $\lambda = 4,4$ мм» [12]. В [9] ошибочно указан результат расчета длины волны $\lambda = 14,18$ мм.

Известно, что эти параметры электромагнитного излучения входят в диапазоны волн, используемых в практической радиолокации, конкретно, в навигационных РЛС, в РЛС поиска воздушных и надводных целей и в РЛС управления оружием [1].

Следовательно, облучение поверхности моря поляризованным сигналом РЛС будет сопровождаться явлением обратного рассеяния, уровень которого определяется углом между вектором напряженности электрического поля луча РЛС и векторами электростатической напряженности диполей кластеров.

В зонах гидродинамических возмущений, выхода на поверхность слоёв воды и вихрей с измененной в пространстве ориентацией диполей кластеров, очевидно, должно наблюдаться явление хаотического изменения обратного отражения электромагнитного излучения РЛС. Это, в свою очередь, должно вызвать бликовые эффекты на экране РЛС, которые яркостью и симметрией должны соответствовать контурам области возмущений, т. е. полезному сигналу, что является индикатором обнаружения подводного движущегося объекта,

Новое знание 2: Установление явления дипольной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений, прилегающей к подводному движущемуся объекту и по его следу, при облучении поверхности моря над объектом сигналом РЛС, что обусловлено устойчивым во времени изменением направлений пространственной ориентации диполей жидких кристаллов-кластеров, вызванным гидрофизическими возмущениями от подводного движущегося объекта, достигающими поверхности воды (рис. 13),

Рисунок 13. Пространственная ориентация диполей молекул воды и жидких кристаллов-кластеров в толще водной среды и на поверхности моря в условиях стационарного морского течения и в области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта

Итоговое новое знание: В целом имеет место открытие явления единой причинности дипольной природы наблюдаемости области гидрофизических возмущений от подводного движущегося объекта, при освещении области в толще воды лучом лазера и облучении поверхности моря над объектом сигналом РЛС.

В заключение необходимо отметить, что открытие этого явления подтверждается следующим заключением, сходным по содержанию: «Обнаружена люминесценция водных и биологических сред в радиодиапазоне. Люминесценция наблюдается в ДМ диапазоне при воздействии на среды ММ радиоволн, оптического излучения He-Ne лазера, магнитного и электрических полей... Источником радиоволновой люминесценции являются резонансные молекулярные колебания

водосодержащих сред и негэнтропийные переходы, вызываемые синхронизацией колебаний и пространственной анизотропией молекулярных структур под влиянием внешних воздействий... Люминесценция водных сред, вызванная статическими магнитными и электрическими полями, связана с фазовым переходом второго рода в ориентированное состояние магнитных и электрических моментов молекулярных структур. Возникшая ориентационная анизотропия приводит к пространственной анизотропии собственных резонансных излучений молекулярных водных структур и концентрации излучения в преимущественном направлении» [15].

Практическая значимость предполагаемого открытия обусловливается появлением возможности, для обеспечения наилучшей чувствительности к выявлению аномалии, регулирования уровня сигнала обратного рассеяния при освещении области в толще воды лучом лазера и облучении поверхности моря над объектом сигналом РЛС за счет управляемого изменения ориентации плоскости поляризации излучения с учетом местных условий – направления течения и угла магнитного склонения.

1. Активные и пассивные радиотехнические средства в системе наблюдения за обстановкой в интересах корабельной группы / С.Ю. Иванов, В.М. Баишев, В.А. Попов // Морская радиоэлектроника. - СПб: 2013, №1 [43] (март 2013 г.).
2. Аржанников А. В., Котельников И. А. Метод решения нестационарной задачи о возбуждении корабельных волн подводным объектом // Новосибирский государственный университет. – URL: http://www.phys.nsu.ru/vestnik/catalogue/2015/04/Vestnik_NSU_15T10V4_p43_p59.pdf. – Дата обращения 20.11.2018.
3. Гольдин И.Д., Утенков Б.И., Эмдин В.С. Гидрооптические системы контроля параметров морской среды. – СПб: «Морская радиоэлектроника», №3 [3], декабрь 2002 г.
4. Движение в Мировом океане. <http://www.activestudy.info/dvizhenie-v-mirovom-okeane> // Зооинженерный факультет МСХА. <http://www.activestudy.info/dvizhenie-v-mirovom-okeane/>. – Дата обращения 20.11.2018.
5. Долженко А. О некоторых явлениях при движении диполя в магнитном поле. – URL: http://alex-dolzhenko.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=397:o-nekotorykh-yavleniyakh-pri-dvizhenii-dipolya-v-magnitnom-pole&catid=14&Itemid=40 – Дата обращения 07.07.2018.
6. Доронин Ю. П.. Физика океана. Учебник для специальности «Океанология». – СПб.: СПбГУ, 2010. – 236 с.
7. Достижения отечественных ученых и инженеров в области создания гидрофизических средств освещения подводной обстановки / Родионов А.А., Брамсон М.А., Ермош В.К., Скопин Н.А. // Монография «Роль российской науки в создании отечественного подводного флота» // Рос. акад. наук ; под общ. ред. А.А. Саркисова. — М.: Наука, 2008. — 656 с. С. 633-644.
8. Жданов Л. С., Жданов Г. Л. Физика для средних специальных учебных заведений: Учебник.—4-е изд., испр.—М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. — 512 с. – С. 385.
9. Зенин С.В., Тяглов Б.В. Гидрофобная модель структуры ассоциатов молекул воды. Ж.Физ.химии.1994.Т.68.№4., Мосин О.В. Обладает ли вода структурой? – URL: http://www.o8ode.ru/article/energo/water_structure.htm – Дата обращения 04.07.2018.
10. Константинова-Шлезингер М.А. Люминесцентный анализ. – М.: Физматгиз, 1961. – 401 с.
11. Магнитные и электрические явления в океане. – URL: <http://www.activestudy.info/magnitnye-i-elektricheskie-yavleniya-v-okeane> / Зооинженерный факультет МСХА. – Дата обращения 05.11.2018
12. Мосин О.В. Воздействие на воду электромагнитных волн. – URL: <https://refdb.ru/look/3830547.html>. – Дата обращения 13.05.2018.
13. Мосин О.В. Обладает ли вода структурой? – URL: http://www.o8ode.ru/article/energo/water_structure.htm. – Дата обращения 04.07.2018.
14. Основы физики воды / Антонченко В.Я., Давыдов А.С., Ильин В.В.; Отв.ред. Бродин М.С.; АН УССР. Институт теоретической физики.— Киев : Наук. Думка, 1991, — 672 с.,
15. Петросян В.И. Радиоволновая люминесценция воды и биосред. – URL: radiovolnovaya-luminescenciya-vody-i-biosred.pdf. – Документ с сайта aquatone.su.
16. Показеев К.В., Чаплина Т.О., Чашечкин Ю.Д. Оптика океана: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 216 с. – СС. 19-25.
17. Полетаева М.А. Экспериментальное исследование гидрофизических возмущений поля скорости, вызванного движением подводного объекта сферической формы, методом объемных измерений // 13-я Всероссийская конференция «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» // ФГУП «Крыловский государственный научный центр». – СПб: Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Санкт-Петербург).
18. Поляризованная люминесценция // Большая Российская энциклопедия: электронная версия// . - URL: <https://bigenc.ru/physics/text/3156836>. – Дата обращения 15.09.2018.

19. Родионов М.А. Исследование возможностей лидарной диагностики гидрофизических полей на основе гидрологических и гидрооптических измерений в северных морях России. – Автореф. дисс. канд. физмат. наук. – СПб.: 2012. – 27 с., Родионов М.А. Исследование возможностей лидарной диагностики гидрофизических полей на основе гидрологических и гидрооптических измерений в северных морях России. – Автореф. дисс. канд. физмат. наук. – СПб.: 2012. – 27 с.
20. Смык А.Ф. Физика. Часть 2. Электромагнетизм: Курс лекций // Моск. гос. ун-т печати. – Москва: МГУП, 2007. – 160 с.
21. Тимохин А.С. В море им не спрятаться. О радиолокационном обнаружении подводных лодок. Сайт Око планеты. URL: <https://oko-planet.su/politik/politikarm/464541-v-more-im-ne-spryatatsya-o-radiolokacionnom-obnaruzhenii-podvodnyh-lodok.html>. – Дата обращения 20.11.2018.
22. Фейгельс В.И. Оптимизация параметров лидаров для дистанционного лазерного зондирования океана и континентального шельфа: автореферат дис. к.ф.-м.н.: 05.27.03; 11.00.08 / Ленингр. ин-т точной механики и оптики.- Л.: 1991.- 19 с.
23. Чижимов С.Д. Основы гидродинамики. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КнАГТУ», 2007. – 106 с. – С. 87.
24. Шифрин К.С. Введение в оптику океана. – М.: Гидрометеиздат, 1983. – 280 с. – С. 71.
25. Шорыгин О.П. Свободные кольцевые вихри в жидкости // Ученые Записки ЦАГИ, том IV, 1973 №4.. – С. 48-56.
26. DTIC ADB228588: A Review of NIDAR / Merrill I. Skolnik // Radar Division. – April 1975. – URL: https://archive.org/details/DTIC_ADB228588/page/n1. – Дата обращения 12.10.2018.
27. Parameterization of the Near-Field Internal Wave Field Generated by a Submarine / James W. Rottman , Kyle A. Brucker, Douglas Dommermuth, Dave Broutman // 28th Symposium on Naval Hydrodynamics Pasadena, California, 12-17 September 2010. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/266619540>. – Дата обращения 30.12.2018.
28. Rustum Roy, W.A. Tiller, Iris Bell, M. R. Hoover. The Structure Of Liquid Water; Novel Insights From Materials Research; Potential Relevance To Homeopathy // Materials Research Innovations, vol. 9, issue 4, December 2005, pp. 577-608. – URL: https://www.researchgate.net/publication/252170362_The_Structure_Of_Liquid_Water_Novel_Insights_From_Materials_Research_Potential_Relevance_To_Homeopathy. – Дата обращения 20.11.2018.
29. Simulation of synthetic aperture radar imaging of dynamic wakes of submerged body / Peng Liu, Ya-Qiu Jin // Journals & Magazines: IET Radar, Sonar & Navigation. Volume: 11, Issue: 3. – P. 481 – 489. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7887099>. -- Дата публикации: 24.04.2017.
30. Tunaley J.K.E. The Bernoulli Hump Generated by a Submarine. – URL: <http://www.london-research-and-development.com/Bernoulli-Hump.pdf>. – Дата обращения 01.03.2015.

Савичева Ю.Н., Валиева А.В., Выдрин К.В.

Выбор материала одежды при работе с патогенными микроорганизмами

(Россия, Уфа)

doi:10.18411/spc-12-03-2019-11

idsp: sciencepublic-12-03-2019-11

Аннотация

Основным источником защиты, применяемый на биотехнологическом производстве, являются средства индивидуальной защиты. По своей сути работа в микробиологической лаборатории относят к критическому, из-за высоких требований к стерильности ведения производства. Выделены основные причины заражения персонала при ведении любого производства, связанные с использованием активной микрофлоры, а также описаны методы защиты персонала при ведении производства. Предложен более стойкий вид материала для ведения биотехнологических работ с патогенными микроорганизмами, сделаны выводы на основании исследований и апробации данного материала.

Ключевые слова: патогенные микроорганизмы, защита персонала, риск, заражение, защитный костюм

При использовании биологических методов могут, применяются более низкие концентрации химических веществ или же полное их замещение. Однако при использовании микроорганизмов возникает дополнительно вероятность биологического заражения персонала, при этом необходимо учитывать, что защите подлежат не только работники лаборатории, которые находятся в постоянном контакте с патогенной средой, но и все посещающие «заразную» зону сотрудники предприятия и

инспекционных служб. Плюс, ко всему необходимо обеспечить соблюдение всех технологий и правил работы в лаборатории, так как существует вероятность перекрестного заражения. Для минимизации риска, работник должен знать требования предъявляемые работнику при работе с патогенными микроорганизмами, исключая все возможные неблагоприятные события[1,2].

Источниками распространения патогенных микроорганизмов могут служить культура бактерий, различные пробы, а также суспензии с живой микрофлорой. Заражение может произойти перорально, через органы дыхания, кожу или слизистые оболочки[3].

Согласно СП 1.3.3118-13 и СП 1.3.2322-08 к работе с консорциумами бактерий или отдельными видами могут быть допущены работники прошедшие инструктаж и обязательно в средствах индивидуальной защиты [4,5]. Защитный костюм должен обеспечивать полную свободу движений, при этом защищать человека от воздействия неблагоприятных факторов производства. Особое внимание необходимо уделить лицу и шее, кистям рук и щиколоткам.

Одним из методов по уменьшению воздействия микроорганизмов является применение средств индивидуальной защиты. К сожалению, на сегодняшний день не разработан стандарт, который устанавливает единые требования к защитной одежде.

Основным материалом на сегодняшний момент для противочумных костюмов является бязь, однако комплекты на этой основе являются одноразовыми и предназначены в основном для защиты от агрессивных химических жидкостей.

Сейчас необходимо введение в массовое производство комплектов одежды, которые максимально защищают работника от клеток патогенных микроорганизмов, были многоразовыми. Требуют замены многие элементы одежды (халаты, косынки, шапочки), и основной материал одежды должен быть из ткани с улучшенными характеристиками и уменьшенным размером пор.

Материал, который мог бы заменить бязь, может служить антистатическая ткань из микрофиломентных нитей (100% полиэфир с добавлением антистатической нити) с отделкой АКВО (антимикробная крове- и водоотталкивающая отделка). Такой вид отделки не позволяет впитывать влагу, не притягивает пыль и грязь, при этом ткань не теряет свойства «дышать», предотвращая образования бактериальных скоплений. Срок службы ткани значительно выше, за счет уменьшения поверхностного трения, антистатических свойств. Оптимизированные свойства ткани выдерживают автоклавирувание, стирку, высокие температуры глажки без потери необходимых свойств [6].

Таблица 1

Оценка характеристик ткани из микрофиломентных нитей

Параметр	Единица измерения	Референтное значение	Метод испытания	Результаты	Соответствие
Микробная проницаемость в сухом состоянии	Lg (CFU)(KOE)	≥ 300	EN ISO 22612:2005	154	Соответствует
Микробная проницаемость во влажном состоянии	BI	≥ 2.8	EN ISO 22612:2006	2.9	Соответствует
Микробная чистота	Lg (CFU/dm ²)(KOE/dm ²)	≤ 2	EN ISO 22612:2005	0.95	Соответствует
Чистота в части инородных частиц	IPM	≤ 3.5	EN ISO 9073-10:2003	2.70	Соответствует
Пылевосоотделение	Lg (от подсчитанных частиц пыли)	≤ 4.0	EN ISO 9073-10:2003	1.51	Соответствует

Водоупорность	см H ₂ O	≥ 20	EN 20811:1992	90.54	Соответствует
Прочность на разрыв в сухом состоянии	кПа	≥ 40	EN ISO 13938-1	1579	Соответствует
Прочность на разрыв во влажном состоянии	кПа	≥ 40	EN ISO 13938-1	2177	Соответствует
Прочность на растяжение в сухом состоянии	Н	≥ 20	EN ISO 9073-3:1989	По основе:1610 По утку: 808.6	Соответствует
Прочность на растяжение во влажном состоянии	Н	≥ 20	EN ISO 9073-3:1989	По основе:1627 По утку: 801.6	Соответствует

На основании приведенных в таблице данных можно сказать, что ткань, состоящая из микрофиломентных нитей (100% полиэфир с добавлением антистатической нити) с отделкой АКВО соответствуют требованиям стандартов по испытанию.

1. Р.А. Кускильдин, Н.Х. Абдрахманов, З.А. Закирова, Э.Ф. Ялалова, К.Н. Абдрахманова, В.В. Ворохобко 2017 Современные технологии для проведения производственного контроля, повышающие уровень промышленной безопасности на объектах нефтегазовой Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов № 2 (108) (Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет) С. 111-120
2. Федосов А.В., Закирова З.А., Гусева И.Е. 2016 Профессиональные риски работников нефтяной промышленности Безопасность труда в промышленности № 6. (Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет) С. 70-73.
3. 2012 Инструментально-лабораторное обеспечение госсанэпиднадзора Гигиена труда сотрудников бактериологических лабораторий (Рязань: Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова) 3 с.
4. 1995 МЧС России Госкомсанэпиднадзор Российской Федерации, Минздрав Российской Федерации Руководство по противозидемическому обеспечению населения в чрезвычайных ситуациях (Moscow: ВЦМК "Защита")
5. 2006 Гигиена Санитарно-противозидемическое обеспечение населения в чрезвычайных ситуациях (Moscow) 550с
6. 2005 ISO «Одежда для защиты от носителей инфекции» 16с.

Цой Ю.И.^{1,2}, Блинов А.К.², Поликарпов В.Ю.¹, Ковалевич Р.Ю.¹
Кинетика сушки лакокрасочных материалов при отделке древесины

¹Санкт-Петербургский Государственный лесотехнический университет
им. С.М.Кирова

²Санкт-Петербургская Государственная художественно-промышленная академия
им.А.Л.Штиглица
(Россия, Санкт-Петербург)

doi:10.18411/spc-12-03-2019-12

idsp: sciencepublic-12-03-2019-12

Как известно, отверждение лакокрасочного материала при защитно-декоративной отделке древесины осуществляется за счет нагрева лака или краски любым способом (конвективным, инфракрасными лучами , ультрафиолетовым излучением и т.д.).Наиболее распространенным способом сушки лакокрасочных композиций в производстве различных изделий из древесины в настоящее время является конвективный способ сушки воздухом , нагретым до температуры 40-60 оС, хотя такой способ сушки не является оптимальным.

При отверждении жидких лаков и красок на поверхности адгезива образуется слой частично высохшего материала (слой геля) , который замедляет

диффузию и выход паров растворителя из глубинных слоев лакокрасочного материала. Из-за низкой теплопроводности газов (для воздуха при 100°C $\lambda \approx 0.028$ Вт/м·°C, т. е. в тысячи раз меньше, чем у металлов) в конвективной передаче теплоты принимают участие только те слои лака, которые непосредственно контактируют с изделием.

Для улучшения теплопередачи можно использовать перемешивание нагретых газов. Это вызывает дополнительную трату энергии, т. е. конвективный способ отверждения малоэффективен и достаточно энергоемок.

Однако его широко применение объясняется рядом достоинств: универсальностью (пригоден для отверждения любых лакокрасочных материалов, нанесенных на различные подложки), мягкостью и равномерностью нагрева (можно нагревать изделия разной степени сложности), простотой конструкции и легкостью эксплуатации сушильных установок.

В Санкт-Петербургском Государственном лесотехническом университете им.С.М.Кирова совместно с Санкт-Петербургской Государственной художественно-промышленной академией им.А.Л.Штиглица были проведены исследования кинетики сушки воднодисперсионных лакокрасочных материалов при формировании защитно-декоративных покрытий на различных вариантах мебели из древесины, разработанных студентами.

В качестве кинетической модели исследования была принята модель десорбции частиц с поверхности жидкости. В результате проведенных исследований нами получена теоретическая зависимость массы летучей части от температуры и времени высыхания:

$$M(t,T)=M\exp\left\{-\frac{T_{\text{хар}}}{T}\right\}\left\{1-\exp\left(-\frac{t}{t_{\text{хар}}}\right)\right\}, \text{ где } t - \text{ время ; } T - \text{ температура испарения;}$$

$M, t_{\text{хар}}, T_{\text{хар}}$ – параметры модели,

а зависимость интенсивности испарения от времени при определенной температуре определяется следующей формулой:

$$Y(t,T)=\frac{M}{t_{\text{хар}}}\exp\left(-\frac{T_{\text{хар}}}{T}\right)\exp\left(-\frac{t}{t_{\text{хар}}}\right)$$

Как показал анализ полученных результатов исследований, кинетика сушки воднодисперсионных лаков на акриловой и поливинилацетатной основе практически одинакова и энергия активации составляет около 2 ккал/моль.

1. Белоусова Н.В. Химическая кинетика. - Красноярск.: ИПК СФУ, 2009. - 136 с.
2. Дидух С.Л. Химическая кинетика. - Красноярск.: ИПК СФУ, 2009. - 88 с.

Щигорев В.Ю.¹, Официн С.И.²

**Технология использования альтернативных возобновляемых источников энергии
в небольших фермерских хозяйствах**

¹ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
(Россия, Москва)

²ФГБОУ ВО РИ(ф) МПУ
(Россия, Рязань)

doi:10.18411/spc-12-03-2019-13

idsp: sciencepublic-12-03-2019-13

Аннотация

В статье описаны альтернативные возобновляемые источники энергии с целью применения их в сельской местности. Используя проектный метод, совместно с инженерным анализом, стало возможным повысить эффективность системы сельского электроснабжения за счет создания автономного энергообеспечения объектов.

Ключевые слова: Альтернативный возобновляемый источник энергии, солнечный коллектор, фотоэлектрические преобразователи, ветроэлектрическая установка, автономное электроснабжение.

Современные технические проблемы энергообеспечения малых фермерских хозяйств отдаленных от централизованного электро- водо- и газоснабжения связаны с использованием альтернативных возобновляемых источников энергии. Рассмотрим широко распространенные виды таких источников и технологии их использования в умеренной климатической зоне Центральной Европейской части страны.

Актуальность использования конкретного вида нетрадиционной возобновляемой энергии обусловлена природно-климатическими условиями данной территории, где непосредственно расположено фермерское хозяйство.

Проектирование, а затем и создание отдельных модулей системы электроснабжения является творческой задачей и требует от инженера общепрофессиональных и профессиональных компетенций, то есть необходимых знаний, умений и навыков в конкретной области деятельности.

Практически доступный способ использования энергии Солнца получен в виде «солнечных коллекторов». В состав первого элемента – приемника теплового излучения, как правило, входит зачерненный металлический, чаще алюминиевый лист с несколькими трубками, по которым движется теплоноситель.

Коллекторы фиксируются неподвижно на усиленных крышах инженерных сооружений, например, ферм, домов под определенным углом к горизонту, равным географической широте данной местности. Целесообразно размещение коллекторов под металлической кровлей. В зависимости от условия инсоляции теплоноситель коллектора может нагреваться на $40 \div 50$ °C выше, чем температура окружающей среды. Подобные гелиосистемы применяются в проектах индивидуальных сельских жилых домов, покрывая практически потребность человека в суточной норме горячей воды и частично отопления помещений. Солнечные коллекторы применяются для получения в небольших объемах также технологической тепловой энергии, в том числе и для сельскохозяйственного производства, а также в местных, районных отопительных установках. Изготовлением солнечных коллекторов занимаются промышленные предприятия в различных городах России. Их стоимость вполне доступна для бюджета фермерского хозяйства.

Электроэнергия от солнечного излучения может генерироваться следующими способами:

- путем непосредственного преобразования в установленных фотоэлектрических модулях;
- за счет нагрева, то есть увеличения внутренней энергии теплоносителя для работы в термодинамическом цикле.

Непосредственное преобразование солнечного излучения в электроэнергию осуществляется на солнечных, фотоэлектрических станциях, параллельно с традиционной сетью, а также возможно в комплексе гибридных конструкций для обеспечения автономных энергосистем.

В настоящее время интенсивно ведутся работы по комплексному производству тепловой и электрической энергии. Предполагается, что получению солнечной энергии будет придаваться большее значение вследствие шадящего действия установок на окружающую среду. С течением времени получение солнечной энергии приведет к относительной экономичности энергоресурсов. Однако в данный момент удельные капитальные расходы на фотоэлектрические преобразователи превышают традиционные преобразователи более чем в 5 раз.

Следующим видом альтернативной возобновляемой энергетики служит применение ветрового потока. Технология применения энергии ветра сопряжена с решением двух задач. Во-первых, целесообразно получать кинетическую энергию с максимальной поверхности. Во-вторых, необходимо добиться равномерности и постоянства ветрового потока. В настоящее время вторая задача решается с заметным трудом. Возможно, одним из направлений будет использование инновационной технологии по моделированию и применению искусственных потоков ветра.

Среди широко распространенных типов ветровых электроустановок для небольших фермерских хозяйств целесообразно рассмотреть крыльчатую турбину с горизонтальным расположением вала и небольшим количеством лопастей, имеющим малый регулировочный угол наклона. Турбина и электрогенератор размещаются в гондоле на верху мачты. В конструкции применяются асинхронные электрогенераторы переменного напряжения. Задачу управления вырабатываемой электроэнергией решает современная электроника. Широкое использование крыльчатых ветроагрегатов связано с оптимальной величиной скорости вращения лопастей, возможностью безредукторного соединения с электрогенератором и достаточно высоким коэффициентом использования потока ветра.

Следующая разновидность ветровых установок представлена карусельными ветродвигателями. Им свойственна тихоходность.

Для уменьшения зависимости от непостоянного направления и силы ветра в работу ветровых установок включают маховики, которые частично сглаживают порывы ветра или разного рода аккумуляторы. Чаще всего они механические и электрические. Однако применяют иногда воздушные, в которых ветросиловая установка накачивает воздух в баллоны; выходя из сосуда, его струя под постоянным давлением вращает турбину генератора. Размещают также и электролизные аккумуляторы. Ветроэлектрогенератор производит электрический ток, разлагающий воду на кислород и водород. Затем их запасы в баллонах сжигают по мере востребованности в топливном элементе, то есть в некотором химическом реакторе, где энергия этого горючего превращается в электрическую энергию.

В мире сейчас работает более 30000 ветроэлектрических установок различного напряжения и номинальной мощности. Западной Европе ветер отдает 2500 МВт электрической энергии. Так, например, Германия получает 10 % своей электроэнергии из альтернативных возобновляемых источников, расположенных, как правило, в сельской местности.

1. Официн, С. И. Автономные источники возобновляемой энергии в системе электроснабжения / С. И. Официн, С. В. Вожгунов // Сб. науч. тр. студентов магистратуры. – Рязань, РГАТУ, 2012. – С. 33–35.
2. Официн, С. И. Экспериментальный учебный модуль с нетрадиционным возобновляемым автономным источником электрической энергии малой мощности потребления // Физическое образование в вузах. – 2013. – Т. 19. – № 2. – С. 48–54.

Для заметок

[illegible]

[illegible]

Научное издание

**Научный диалог:
Вопросы точных и технических наук**

Сборник научных трудов, по материалам
XXI международной научно-практической конференции
12 марта 2019 г.

SPLN 001-000001-0406-TT

Подписано в печать 17.03.2019. Тираж 400 экз.
Формат 60х84 1/16. Объем уч.-изд. л.3,4
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович