

ISSN 2308-4804

# **SCIENCE AND WORLD**

**International scientific journal**

**№ 12 (64), 2018, Vol. I**

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

The journal is founded in 2013 (September)

Volgograd, 2018

UDC 53:51+67.02+631  
LBC 72

# **SCIENCE AND WORLD**

## **International scientific journal, № 12 (64), 2018, Vol. I**

The journal is founded in 2013 (September)  
ISSN 2308-4804

The journal is issued 12 times a year

The journal is registered by Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Communications.

**Registration Certificate: III № ФС 77 – 53534, 04 April 2013**

*Impact factor of the journal «Science and world» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Australia)*

### EDITORIAL STAFF:

**Head editor:** Musienko Sergey Aleksandrovich  
**Executive editor:** Manotskova Nadezhda Vasilyevna

*Lukienko Leonid Viktorovich, Doctor of Technical Science*  
*Borovik Vitaly Vitalyevich, Candidate of Technical Sciences*  
*Dmitrieva Elizaveta Igorevna, Candidate of Philological Sciences*  
*Valouev Anton Vadimovich, Candidate of Historical Sciences*  
*Kislyakov Valery Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences*  
*Rzaeva Aliye Bayram, Candidate of Chemistry*  
*Matvienko Evgeniy Vladimirovich, Candidate of Biological Sciences*  
*Kondrashihin Andrey Borisovich, Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences*

Authors have responsibility for credibility of information set out in the articles.  
Editorial opinion can be out of phase with opinion of the authors.

Address: Russia, Volgograd, Angarskaya St., 17 «G»  
E-mail: [info@scienceph.ru](mailto:info@scienceph.ru)  
Website: [www.scienceph.ru](http://www.scienceph.ru)

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

УДК 53:51+67.02+631  
ББК 72

## **НАУКА И МИР**

**Международный научный журнал, № 12 (64), 2018, Том 1**

Журнал основан в 2013 г. (сентябрь)  
ISSN 2308-4804

Журнал выходит 12 раз в год

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ФС 77 – 53534 от 04 апреля 2013 г.**

*Импакт-фактор журнала «Наука и Мир» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Австралия)*

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Главный редактор:** Мусиенко Сергей Александрович

**Ответственный редактор:** Маноцкова Надежда Васильевна

*Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук*

*Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук*

*Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук*

*Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук*

*Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук*

*Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук*

*Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук*

*Кондрашихин Андрей Борисович, доктор экономических наук, кандидат технических наук*

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: Россия, г. Волгоград, ул. Ангарская, 17 «Г»  
E-mail: [info@scienceph.ru](mailto:info@scienceph.ru)  
[www.scienceph.ru](http://www.scienceph.ru)

Учредитель и издатель: Издательство «Научное обозрение»

---



---

**CONTENTS**


---



---

**Physical and mathematical sciences**

<i>Bizhigitov T., Sembiyeva A.</i> STUDIES OF CHANGES IN THE RELATIVE VOLUME AND PHASE TRANSITIONS OF ICE IN AN ISOTHERMAL PRESSURE CHANGE .....	8
<i>Verkholomov V.K.</i> THE DEPENDENCE OF CONTACT ANGLE VALUE FROM SURFACE FEATURES ON THE INTERPHASE BOUNDARIES .....	12
<i>Manukhin V.V., Manukhin M.V., Stepanova A.P.</i> CALCULATION OF PARTIAL COEFFICIENTS OF THE SPUTTERING OF TWO-COMPONENT HOMOGENEOUS TARGETS BY LIGHT IONS .....	15
<i>Musaybekov R.K., Uzbekova S.Zh.</i> ON THE STUDY OF THE THEME “TRIANGLE” .....	19
<i>Negrash A.S., Golovin I.A., Mudinov T.S.</i> PHOTON’S PHYSICAL CHARACTERISTICS. NEW FUNDAMENTAL PHYSICAL CONSTANTS, CHARACTERIZING PHOTON .....	24
<i>Novikova O.G.</i> AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF CONTINUOUS PROCESS OF PRODUCING INDUSTRIAL LUBRICANTS .....	36

**Technical sciences**

<i>Bekeyeva S.A., Yeselkhanova G.A., Zhankulova L.K.</i> ESTIMATION OF LABOUR CONDITIONS AND FUNCTIONAL STATE OF THE WORKERS’ ORGANISMS OF TECHNICAL SERVICE OF RAILWAY TRANSPORT .....	41
<i>Bisakayev S.G., Yesbenbetova Zh.Kh., Yeselkhanova G.A.</i> ASSESSMENT OF PROFESSIONAL RISKS OF WORKERS OF THE PETROCHEMICAL INDUSTRY .....	44
<i>Garipov V.S., Lositskaya V.O.</i> COMPARATIVE ANALYSIS OF SINGLE-LAYER AND THREE-LAYER WALL PANELS .....	47
<i>Janpaizova V.M., Tashmenov R.S., Ashirbekova G.Sh., Konysbekov S.M., Tolganbek N.N.</i> ESTIMATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CHEESECLOTH WITH ANTISEPTIC PROPERTIES .....	50
<i>Yeselkhanova G.A., Abdrakhmanova N.B., Shormanov S.T.</i> MAIN DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF LABOR PROTECTION MANAGEMENT SYSTEM AT THE CONSTRUCTION INDUSTRY ENTERPRISES .....	53
<i>Karimov G.Kh., Kholikova M.K., Yusupov Kh.</i> STRATIFICATION MIXTURE JETS .....	55
<i>Kuanysbayev Zh.M.</i> THE USE OF CRYPTOCURRENCY PEERCOIN (PPC) ON THE ROUTE OF ST. AKSU (KAZAKHSTAN RAILWAYS) – PORT OF LIANYUNGANG (CHINA) .....	59

<i>Medenova M.K.</i> REPORTING OF THE STATE OF LABOR PROTECTION IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN .....	64
<i>Naurzabayeva S.K., Orazova S.S.</i> TRAINING OF MANAGERS AND EXPERTS IN THE FIELD OF SAFETY AND PROTECTION OF LABOR .....	66
<i>Novikova O.G., Andreyev V.A.</i> CREATING A PROTOTYPE OF INTEGRATED ENVIRONMENT OF BIG DATA STORAGE FOR EDUCATIONAL PORTALS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS.....	70
<i>Tashmenov R.S., Toksanbayeva Zh.S., Janpaizova V.M., Ashirbekova G.Sh.</i> RECEIVING RICE OIL FROM WASTE OF SECONDARY RAW MATERIALS WHEN RICE PROCESSING.....	73
<i>Tashmenov R.S., Toksanbayeva Zh.S., Janpaizova V.M., Ashirbekova G.Sh., Tolganbek N.N.</i> THE IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF RICE OIL PRODUCTION FROM RICE BRAN .....	76
<i>Tashmenov R.S., Toksanbayeva Zh.S., Janpaizova V.M., Ashirbekova G.Sh., Tolganbek N.N.,</i> THE ENZYMATIC DEGRADATION OF BIOPOLYMERS FROM RICE BRAN WHEN RECEIVING INOSITOL PHOSPHATES .....	79

### **Agricultural sciences**

<i>Tumlert V.A., Yugay I.A., Kushenov K.I.</i> THE PROGNOSIS FOR IRRIGATION OF PASTURES ON THE BASIS OF INFORMATION SYSTEMS.....	84
--	----

## СОДЕРЖАНИЕ

**Физико-математические науки**

<i>Бижигитов Т., Сембиева А.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ОБЪЁМА И ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ЛЬДА ПРИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОМ ИЗМЕНЕНИИ ДАВЛЕНИЯ .....	8
<i>Верхолотов В.К.</i> ЗАВИСИМОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ ОТ ПОВЕРХНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ГРАНИЦАХ РАЗДЕЛА ФАЗ .....	12
<i>Манухин В.В., Манухин М.В., Степанова А.П.</i> РАСЧЕТ ПАРЦИАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАСПЫЛЕНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ОДНОРОДНЫХ МИШЕНЕЙ ЛЕГКИМИ ИОНАМИ .....	15
<i>Мусайбеков Р.К., Узбекова С.Ж.</i> ОБ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ТРЕУГОЛЬНИК» .....	19
<i>Неграш А.С., Головин И.А., Мудинов Т.С.</i> ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОНА. НОВЫЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОТОН .....	24
<i>Новикова О.Г.</i> СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫМ ПРОЦЕССОМ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СМАЗОК .....	36

**Технические науки**

<i>Бекеева С.А., Еселханова Г.А., Жанкулова Л.К.</i> ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА РАБОТНИКОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА .....	41
<i>Бисакаев С.Г., Есбенбетова Ж.Х., Еселханова Г.А.</i> ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ РАБОТНИКОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	44
<i>Гарипов В.С., Лосицкая В.О.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОДНОСЛОЙНЫХ И ТРЁХСЛОЙНЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ .....	47
<i>Джанпаизова В.М., Ташменов Р.С., Аширбекова Г.Ш., Конысбеков С.М., Толганбек Н.Н.</i> ОЦЕНКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАРЛИ, ОБЛАДАЮЩЕЙ АНТИСЕПТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ.....	50
<i>Еселханова Г.А., Абдрахманова Н.Б., Шорманов С.Т.</i> ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ .....	53
<i>Каримов Ф.Х., Холикова М.Қ., Юсупов Х.</i> СТРАТИФИКАЦИОННЫЕ СТРУИ СМЕСИ.....	55
<i>Куанышбаев Ж.М.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИПТОВАЛЮТЫ PEERCOIN (PPC) ПО МАРШРУТУ СТ. АКСУ (КТЖ) – ПОРТ ЛЯНЬЮНЬГАН (КНР).....	59

<i>Меденова М.К.</i> ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТНОСТИ О СОСТОЯНИИ ОХРАНЫ ТРУДА В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН .....	64
<i>Наурызбаева С.К., Оразова С.С.</i> ОБУЧЕНИЕ РУКОВОДИТЕЛЕЙ И СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА .....	66
<i>Новикова О.Г., Андреев В.А.</i> СОЗДАНИЕ ПРОТОТИПА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ ХРАНИЛИЩА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПОРТАЛОВ ВУЗОВ.....	70
<i>Ташменов Р.С., Токсанбаева Ж.С., Джанпаизова В.М., Аширбекова Г.Ш.</i> ПОЛУЧЕНИЕ РИСОВОГО МАСЛА ИЗ ОТХОДОВ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ РИСА .....	73
<i>Ташменов Р.С., Токсанбаева Ж.С., Джанпаизова В.М., Аширбекова Г.Ш., Толганбек Н.Н.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ РИСОВОГО МАСЛА ИЗ РИСОВЫХ ОТРУБЕЙ .....	76
<i>Ташменов Р.С., Токсанбаева Ж.С., Джанпаизова В.М., Аширбекова Г.Ш., Толганбек Н.Н.</i> ФЕРМЕНТАТИВНОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ БИОПОЛИМЕРОВ ИЗ РИСОВЫХ ОТРУБЕЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ИНОЗИТФОСФАТОВ.....	79

### **Сельскохозяйственные науки**

<i>Тумлерт В.А., Югай И.А., Кушенов К.И.</i> ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ ОБВОДНЕНИЯ ПАСТБИЩ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	84
--	----

УДК 539.3

## ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ОБЪЁМА И ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ЛЬДА ПРИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОМ ИЗМЕНЕНИИ ДАВЛЕНИЯ

Т. Бижигитов<sup>1</sup>, А. Сембиева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> кандидат физико-математических наук, профессор, <sup>2</sup> преподаватель  
Таразский государственный педагогический университет, Казахстан

*Аннотация.* В данной статье впервые экспериментально исследованы фазовые переходы льда и модули всестороннего сжатия в области температур 90К-315 К при давлении до 2500 МПа.

*Ключевые слова:* модификация, сжимаемость, деформация, упругость, полиморфный.

Исследования фазовых переходов льда даёт возможность оценить упругой сжимаемости льда различных полиморфных модификаций в равновесных Р-Т координатах представляющий значительный научный и практический интерес [3]. Модуль всестороннего сжатия, является важной механической и вместе с тем, энергетической характеристикой твёрдого тела.

В настоящей работе были проведены систематические измерения изменений удельного объёма испытуемых образцов льда в изотермических условиях при различных температурах в интервале 90 К-315 К при изменении давления от нормального до 2500 МПа. Измерения изменения относительного объёма испытуемых образцов льда производились в камере высокого давления по схеме цилиндр-поршень по величине смещения [2] поршня. При изотермическом изменении давления измерения производились ступенчато приблизительно через каждые 200 Мпа. На каждой ступени производилась выдержка до полного установления температуры. При температурах ниже таяния льда в тонкостенный цилиндр, установленный на нижнем вкладыше камеры высокого давления из шприца заливалась дважды дистиллированная вода заданного объёма (1,4 см<sup>3</sup>). В центре цилиндра размещалась термопара для измерения температуры образца, проволоочки олова и галлия для измерения давления.

После замерзания воды образовавшийся испытуемый образец льда прижимался поршнем и вместе с камерой охлаждался до заданной температуры. После соответствующих выдержек и ее стабилизации ступенчато повышалось давление. Для расчета упругих характеристик льда различных модификаций под высоким давлением при низких температурах использовались экспериментально полученные участки зависимостей  $V(P)$  до фазового перехода и были определены коэффициенты всестороннего сжатия  $\kappa = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$ . При определении

сжимаемости льда при всех температурах и давлениях учитывалась деформация камеры, нижнего вкладыша и поршня, оказавшиеся пренебрежимо малыми. Значение коэффициентов всестороннего сжатия  $\kappa$  определялись графическим дифференцированием кривых Р-Т показанных на рисунках № 1, № 2, № 3.



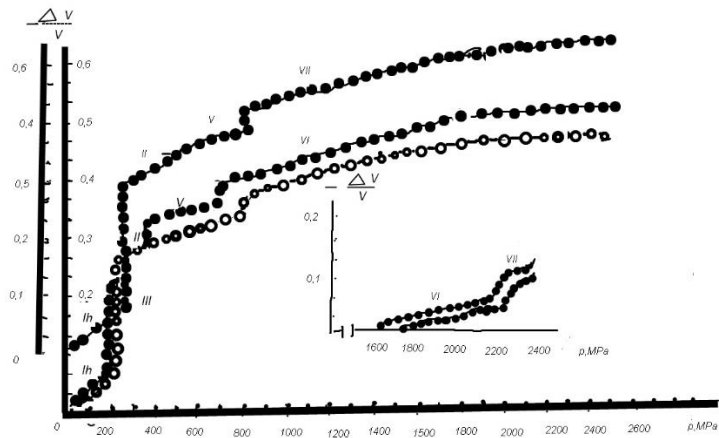


Рисунок 1. Изотермы относительного изменения объёма образца льда при температурах 193 К, 173 К, 153 К

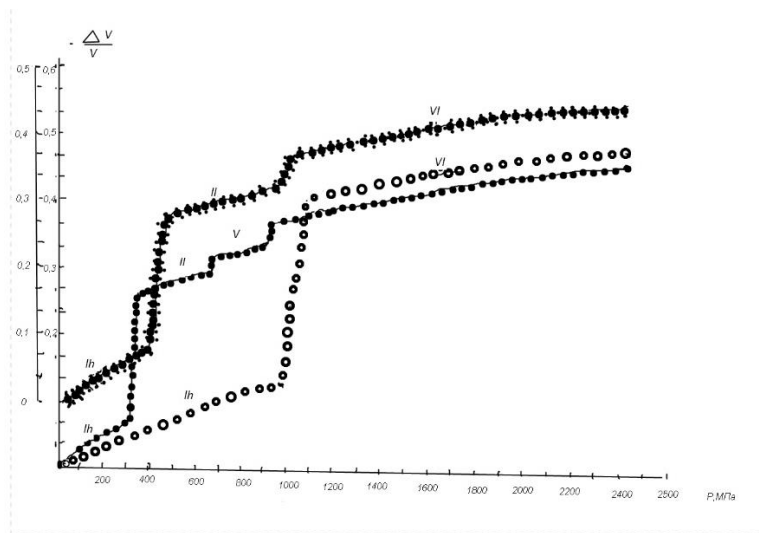


Рисунок 2. Изотермы относительного изменения объёма льда при температурах 193 К, 173 К, 153 К

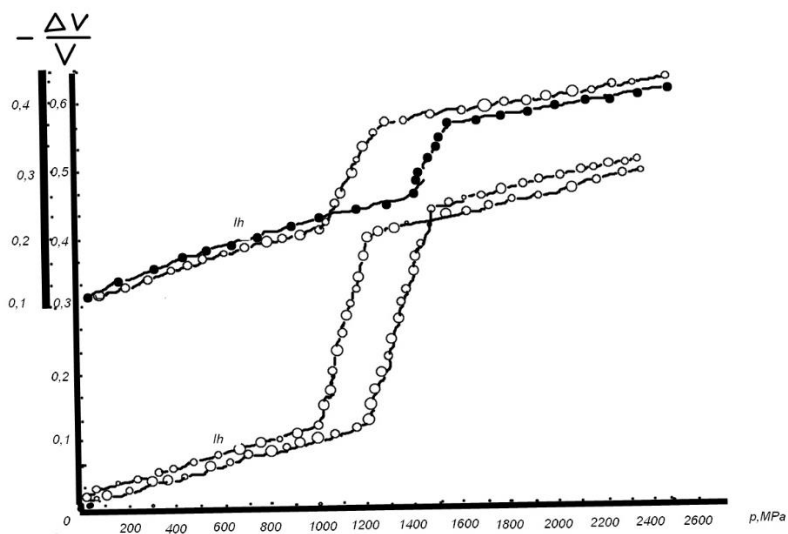


Рисунок 3. Изотермы относительного изменения объёма льда при температурах 133 К, 113 К, 103 К, 90 К

На рисунке № 1, № 2, № 3 приведены изотермы относительного изменения объёма образца льда при ступенчатом повышении давления при температурах 315 К, 300 К, 253 К, 233 К, 213 К, 193 К, 173 К, 153 К, 133 К, 113 К, 103 К, 90 К соответственно. По данным проведённых измерений в таблице № 1 приведены рассчитанные значения сжимаемости исследуемых модификации льда Ih и II и их модули всестороннего сжатия от давления при различных температурах. Из таблицы видно, что при повышении давления модули всестороннего сжатия исследованных модификации возрастают почти линейно.

Таблица 1

Фаза	T, К	P, МПа	$K \times 10^{-2}$ МПа	$\kappa \times 10^4 \frac{1}{MPa}$
Ih	248	15	5	20
		75	3,90	26
		135	2,80	36
		195	2,38	43
Ih	213	15	3,70	27
		75	2,91	34
		135	2,34	42
		195	1,86	56
Ih	93	150	1,40	71
		450	0,80	125
		750	0,58	170
		1050	0,52	190
II	233	250	2,30	42
		280	2,20	45
		310	2,00	50
		340	1,85	54
		370	1,78	56
II	193	450	1,40	71
		500	1,20	83
		550	1,14	87
		600	1,12	89
		650	1,06	94
II	173	500	1,20	83
		600	1,05	95
		700	0,95	105
		800	0,90	111
		900	0,81	123
		1000	0,75	133

Данные таблицы № 1 свидетельствует о том, что определённые нами температура фазовых переходов льда Ih и относительные величины происходящих при этом объёмных изменений находятся в хорошем согласии (с точностью 2 %) с данными работ [4, 5]. Сравнительно высокая точность измерений удельного объёма льдов различных модификаций при полиморфных переходах, согласующихся с известными данными Бриджмена, подтвердила возможность надёжных измерений данным методом изменения удельного объёма и определения сжимаемости льда Ih, II и других модификаций в зависимости от давления.

На рисунке № 2 показаны экспериментально измеренные величины относительного изменения объёма льда при температурах 193К, 173К, 153К при повышении давления. При температуре 193 К чётко проявляются переходы льда Ih в лед II, льда II в лед V, льда V в лед VI. Этим переходам соответствует уменьшение объёма на 19 %, 10 %, 3,2 % по отношению к исходному. При изотермическом сжатии при 173 К охлаждённого льда до давлений 2500 МПа наблюдается фазовый переход льда Ih в модификацию II, VI при давлении 420 МПа, 1000 МПа, соответственно, а при температуре 153 К наблюдаются переходы льда Ih в лед VI при давлении 1050 МПа. Изменение удельного объёма при этом составляет 27 %.

На рисунке № 3 приведены графики зависимости удельного объёма льда от давлений при температурах 133К, 113К, 103К, 90К. Из таблицы видно, что при изотермическом повышении давления при температурах 133К, 113К лед Ih переходит в лед VI при давлении 1100 МПа, 1300 МПа с изменением объёма 30 % и 32 % соответственно.

При температурах 103К, 90К при давлениях 1450 МПа, 1100 МПа соответственно наблюдаются фазовые переходы: лед Ih непосредственно превращается в лед XII [1]. Уменьшение объёма при переходе Ih – XII при температуре 90 К составляет 13 % по отношению к исходному. Модификация льда XII ранее не было известна. Как видно из таблицы № 2, наибольшие значения объёмных изменений установлены для переходов модификации Ih-III, Ih-II, Ih-VI, Ih-XII. Наименьшие изменения удельных объёмов отмечаются при переходах модификации II-V, VI-VII. Переходы модификации V-III характеризуются лишь небольшими изменениями, величины которых близки к значениям погрешности измерений. Для всех перечисленных изученных фазовых

переходов с возрастанием давления и с понижением температуры наблюдаемое изменение удельного объема при фазовых переходах снижается.

Таблица 2

Переходы	T, К	P <sub>к</sub> , МПа	$\frac{\Delta V}{V}$	$\Delta V \times 10^{-6} \frac{M^3}{MOL}$	$\Delta V \times 10^{-6} \frac{M^3}{MOL}$ [4, 5]
1h-III	253	200	-0,160	-3,86	-3,27
1h-II	233	200	-0,190	-3,92	-3,92
	213	250	-0,220	-3,89	-
	193	310	-0,190	-3,99	-
	173	420	-0,200	-4,22	-
II-V	233	420	-0,020	-0,35	-
	213	500	-0,011	-0,27	-
	190	670	-0,010	-0,28	-
III-V	253	350	-0,062	-1,13	-0,98
V-VI	253	620	-0,040	-0,90	-
	233	800	-0,031	-0,70	-0,72
	213	810	-0,032	-0,56	-
	190	900	-0,032	-0,70	-
1h-VI	153	1000	-0,27	-5,63	-
	133	1100	-0,35	-6,33	-
	113	1300	-0,32	-6,67	-
1h-XII	103	1500	-0,10	-2,10	-
	90	1200	-0,13	-2,66	-
VI-VII	300	2200	-0,04	-0,84	-0,05
	315	2250	-0,04	-0,91	-0,05
II-VI	173	1000	-0,060	-1,34	-

### Выводы

1. Экспериментально построены изотермы относительного изменения образца льда при различных температурах.
2. Рассчитаны значения сжимаемости и модулей всестороннего сжатия, для модификаций льда 1h и II при различных температурах и давлениях.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бижигитов, Т. Низкотемпературная модификация льда высокого давления / Т. Бижигитов, Н.Н. Сирота // Письма в ЖЭТФ. – 1986. – Т. 44. – Вып. 7. – С. 324–326.
2. Бижигитов, Т. Устройство для получения давления до 3000 МПа / Т. Бижигитов, М.Р. Кушербаева // Научный журнал «Механика и технологии». – 2017. – № 1. – С. 162–166.
3. Bizhigitov, T. Phase diagram of water at high pressure (0-2500 МПа) and low temperature (90-300K) in P-T coordinate / T. Bizhigitov, A. Sembyeva // Science world international scientific journal. – 2017. – No. 11 (51). – Vol. 1. – P. 8–10.
4. Bridjman, P.W. The pressure-volume-temperature relations of the liquid, and the phase diagram of heavy water / P.W. Bridjman // The journal of Chemical Physics. – 1935. – V. 3. – P. 597–605.
5. Bridjman, P.W. Water in the liquid and five solid forms, under pressure / P.W. Bridjman // Proc. Amer. Acad. Artz. Sce. – 1912. – V. 47.5. – P. 441–558.

Материал поступил в редакцию 01.12.18.

## STUDIES OF CHANGES IN THE RELATIVE VOLUME AND PHASE TRANSITIONS OF ICE IN AN ISOTHERMAL PRESSURE CHANGE

T. Bizhigitov<sup>1</sup>, A. Sembiyeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor, <sup>2</sup> Teacher  
Taraz State Pedagogical University, Kazakhstan

**Abstract.** This article is the first experimental study of ice phase transitions and all-round compression modules in the temperature range 90K-315K at pressures up to 2500 MPa.

**Keywords:** modification, compressibility, deformation, elasticity, polymorphic.

УДК 532.64.08

## ЗАВИСИМОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ ОТ ПОВЕРХНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ГРАНИЦАХ РАЗДЕЛА ФАЗ

**В.К. Верхоломов**, кандидат технических наук  
Лыткарино, Россия

***Аннотация.** В результате расчётных исследований установлено однозначное соответствие между величиной  $\theta_0$  и силой адгезии твёрдого тела  $\sigma_A$ . Переход от классического уравнения Юнга к уравнению Юнга-Верхоломова (от свободной поверхностной энергии твёрдого тела  $\sigma_{SV}$  к  $\sigma_A$ ) позволяет прогнозировать разработку новых твердых гладких покрытий с  $\theta_0 \geq 130-135^\circ$ .*

***Ключевые слова:** сила адгезии, уравнение Юнга-Верхоломова, краевой угол смачивания.*

### Введение

Важной характеристикой в теории поверхностных явлений, вообще, и в процессах смачивания, в частности, является величина равновесного краевого угла смачивания [4]. Она позволяет судить, например, о характеристиках гидрофобности/гидрофильности той или иной твёрдой поверхности, а также о том, как изменяются эти характеристики при воздействии различных внешних факторов (влажности, температуры и др.) [2]. Поэтому определение величины равновесного краевого угла является важной задачей при исследовании физики поверхностных явлений, сопровождающих процессы смачивания.

Как известно, в настоящее время в теории смачивания существуют два подхода, две концепции при определении величины равновесного краевого угла: механическая и термодинамическая.

Родоначальником первой концепции был Т. Юнг, который рассматривал систему твёрдое тело/жидкость/пар, как разновидность изолированной механической системы, основанной на взаимодействии возникающих в системе сил [9].

Родоначальником второй (термодинамической) концепции был У. Гиббс. Для термодинамической системы справедливо одно из основных положений термодинамики: в состоянии равновесия потенциальная энергия системы минимальна [3]. На основании этой концепции было получено уравнение равновесного краевого угла, известное как классическое уравнение Юнга

$$\cos\theta_0 = (\sigma_{SV} - \sigma_{SL}) / \sigma_{LV}, \quad (1)$$

где  $\sigma_{SV}$ ,  $\sigma_{SL}$  – величины поверхностной энергии на границах твёрдое тело/пар и твёрдое тело/жидкость соответственно;  $\sigma_{LV}$  – величина поверхностной энергии на границе жидкость/пар (энергия поверхностного натяжения).

Значительным достижением молекулярной теории смачивания последнего времени явилось то, что свободная поверхностная энергия, как твёрдого тела, так и жидкости была представлена в виде суммы двух составляющих: дисперсионной и полярной [5, 6]:

$$\sigma_{SV} = \sigma_{SV}^d + \sigma_{SV}^p \quad (2)$$

$$\sigma_{LV} = \sigma_{LV}^d + \sigma_{LV}^p, \quad (3)$$

где  $\sigma_{SV}^d$ ,  $\sigma_{LV}^d$  – дисперсионные составляющие поверхностной энергии и поверхностного натяжения твёрдого тела и жидкости соответственно;  $\sigma_{SV}^p$ ,  $\sigma_{LV}^p$  – полярные составляющие поверхностной энергии и поверхностного натяжения твёрдого тела и жидкости соответственно.

В настоящее время в теории смачивания сложилась противоречивая, ненормальная ситуация. Она заключается в том, что одновременно существуют обе концепции и обе концепции считаются правильными. Правда, термодинамическая концепция считается более полной, а потому является главенствующей.

В работе [1] сделана попытка рассмотреть исследуемую систему в качестве термодинамической. Показано, что с позиции закона сохранения энергии (первое начало термодинамики) в процессе растекания капли жидкости по твёрдой поверхности внутренняя энергия системы сохраняется неизменной ( $E = \text{Const}$ ), а не достигает минимального значения, как это происходит в случае изолированной термодинамической системы [3]. А сам процесс растекания капли жидкости в любых термодинамических координатах (V-P, S-T и др.) изображается в виде точки.

Все эти факты уже позволяют сделать основной вывод о том, что систему твёрдое тело/жидкость/пар не представляется возможным рассматривать в качестве термодинамической системы.

Целями настоящей работы было проведение дополнительных численных расчётов по оценке зависимости величины  $\theta_0$  от поверхностных энергетических и силовых характеристик исследуемой системы в соответствии с рассматриваемыми концепциями.

**1. Уравнение Юнга-Верхолотова краевого угла смачивания**

Дальнейшим развитием концепции Юнга на систему твёрдое тело/жидкость/пар, как на механическую систему, явилось полученное в [7, 8] новое уравнение равновесного краевого угла, названное уравнением Юнга-Верхолотова. Оно имеет следующий вид:

$$\text{Cos } \theta_0 = (\sigma_A - \sigma_{LS}) / \sigma_{LV}, \tag{4}$$

где  $\sigma_A$  – сила адгезии твёрдой поверхности на границе с паром;  $\sigma_{LS}, \sigma_{LV}$  – силы поверхностного натяжения жидкости на границах раздела жидкость/твёрдое тело и жидкость/пар соответственно.

В [8] было показано, что величину силы адгезии, входящую в уравнение Юнга-Верхолотова, можно определить с помощью уравнения

$$\sigma_A = \sqrt{\sigma_{SV}^d \sigma_{LV}^d} + \sqrt{\sigma_{SV}^p \sigma_{LV}^p} \tag{5}$$

**2. Зависимость краевого угла от поверхностных силовых и энергетических характеристик. Обсуждение результатов**

Имеющиеся в литературе экспериментальные данные показывают, что при смачивании одной и той же жидкостью ( $\sigma_{LV} = \text{Const}$ ) твёрдой поверхности определённое значение краевого угла получается при вполне определённом значении силы адгезии. Попробуем установить, сохранится ли такое однозначное соответствие между краевым углом смачивания и силой адгезии на разных по энергетическим характеристикам твёрдых поверхностях. Для подтверждения этого рассмотрим отдельно несколько гидрофильных и несколько гидрофобных поверхностей. В качестве смачивающей жидкости примем воду. Ее поверхностные энергетические характеристики:  $\sigma_{LV}^d = 21,8$  мДж/м<sup>2</sup>;  $\sigma_{LV}^p = 50,8$  мДж/м<sup>2</sup> и  $\sigma_{LV} = 72,6$  мДж/м<sup>2</sup> [4]. Вначале рассмотрим вариант с гидрофильными поверхностями. Задача формулируется следующим образом: получить одно и то же значение краевого угла (например,  $\theta_0 = 10^\circ$ ) на нескольких твёрдых поверхностях с различными энергетическими характеристиками. В качестве примера выберем четыре таких поверхности: А, В, С и D. Для большей определённости предварительно зададим для этих поверхностей различные значения полярной составляющей  $\sigma_{SV}^p$  от 0 до 15 мДж/м<sup>2</sup>. Соответствующие значения дисперсионной составляющей поверхностной энергии твёрдого тела можно определить с помощью следующего соотношения:

$$\sigma_{SV}^d = [\sigma_{LV} (1 + \text{Cos } \theta_0) / 2 - \sqrt{\sigma_{SV}^p \sigma_{LV}^p}]^2 / \sigma_{LV}^d. \tag{6}$$

В табл.1 приведены результаты расчётов свободной поверхностной энергии, а также ее составляющих, а также ее составляющих, и силы адгезии с помощью уравнений (2,5) для четырех гидрофильных твёрдых тел при  $\theta_0 = 10^\circ$ . В табл.2 – аналогичные результаты для гидрофобных твёрдых тел при  $\theta_0 = 110^\circ$ . В последнем случае предварительно зададим значения полярной составляющей  $\sigma_{SV}^p$  от 0 до 6 мДж/м<sup>2</sup>.

Таблица 1

**Поверхностные энергетические характеристики при смачивании водой гидрофильных твёрдых тел и  $\theta_0 = 10^\circ$**

Энерг. хар. Поверхности	$\sigma_{SV}^p$ , мДж/м <sup>2</sup>	$\sigma_{SV}^d$ , мДж/м <sup>2</sup>	$\sigma_{SV}$ , мДж/м <sup>2</sup>	$\sqrt{\sigma_{SV}^p \sigma_{LV}^p}$ , мДж/м <sup>2</sup>	$\sqrt{\sigma_{SV}^d \sigma_{LV}^d}$ , мДж/м <sup>2</sup>	$\sigma_A$ , мДж/м <sup>2</sup>
А	0	238	238	0	72	72
В	5	144,4	149,4	15,9	56,1	72
С	10	112,6	122,6	22,5	49,5	72
Д	15	90,6	105,6	27,6	44,4	72

Таблица 2

**Поверхностные энергетические характеристики при смачивании водой гидрофобных твёрдых тел и  $\theta_0 = 110^\circ$**

Энерг. хар. Поверхности	$\sigma_{SV}^p$ , мДж/м <sup>2</sup>	$\sigma_{SV}^d$ , мДж/м <sup>2</sup>	$\sigma_{SV}$ , мДж/м <sup>2</sup>	$\sqrt{\sigma_{SV}^p \sigma_{LV}^p}$ , мДж/м <sup>2</sup>	$\sqrt{\sigma_{SV}^d \sigma_{LV}^d}$ , мДж/м <sup>2</sup>	$\sigma_A$ , мДж/м <sup>2</sup>
А'	0	26,2	26,2	0	23,9	23,9
В'	2	8,7	10,7	10,1	13,8	23,9
С'	4	4,2	8,2	14,3	9,6	23,9
Д'	6	1,9	7,9	17,5	6,4	23,9

Аналогичные результаты расчётов были получены для других углов  $\theta_0$  и для других смачивающих жидкостей (этиленгликоль).

Как следует из табл.1 и 2, в качестве примера было рассмотрено восемь различных твердых поверхностей, из которых поверхности А и А' являются неполярными, а остальные – полярными. В табл. приведены также соответствующие значения дисперсионной и полярной составляющих поверхностных энергий. Результаты расчётов показывают, как существенно уменьшается величина свободной энергии твёрдой поверхности по мере увеличения полярной составляющей для получения одного и того же значения краевого угла. Так в случае гидрофильных поверхностей при переходе от неполярной поверхности А ( $\sigma_{SV}^p=0$ ) к полярной поверхности D ( $\sigma_{SV}^p=15$  мДж/м<sup>2</sup>) величина свободной поверхностной энергии уменьшается в 2,6 раза. Примерно такая же картина наблюдается для случая гидрофобных твердых тел: при переходе от неполярной поверхности А' к полярной поверхности D' свободная энергия уменьшается в 3,3 раза.

Из результатов расчётов можно сделать два основных вывода.

Во-первых, каждому значению краевого угла  $\theta_0$  соответствует только одно значение силы адгезии. Следовательно, между величинами  $\theta_0$  и  $\sigma_A$  существует чёткое однозначное соответствие.

Во-вторых, одно и то же значение краевого угла можно получить на бесконечно большом количестве твердых поверхностей, различающихся величинами свободной поверхностной энергии. Следовательно, между величинами  $\theta_0$  и  $\sigma_{SV}$  нет однозначного соответствия. Это еще раз показывает неработоспособность классического уравнения Юнга для определения краевого угла  $\theta_0$ , полученного в рамках термодинамической концепции.

### Заключение

1. Показано, что в случае смачивания одной и той же жидкостью ( $\sigma_{LV}=\text{Const}$ ) определённое значение краевого угла получается на бесконечно большом количестве твердых поверхностей, различающихся значениями свободной поверхностной энергии. И, напротив, каждому значению краевого угла соответствует строго определённое значение силы адгезии.

2. Для повышения гидрофобных свойств вновь разрабатываемых гладких твердых поверхностей (покрытий) при смачивании той или иной жидкостью необходимо снижать величину соответствующей силы адгезии.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верхоломов, В.К. Новая концепция оценки системы твёрдое тело / жидкость / пар при смачивании. / В.К. Верхоломов // Science and world. – 2017. – № 10. – V. 1. – С. 11–15.
2. Верхоломов, В.К. Экспериментальная оценка гидрофобных свойств различных покрытий. / В.К. Верхоломов // Физика и химия обработки материалов. – 2014. – № 3. – С. 33–37.
3. Гуггенгейм, Е.А. Современная термодинамика, изложенная по методу У. Гиббса / Е.А. Гуггенгейм. – М.-Л.: Гостеххимиздат, 1941. – 188 с.
4. Сумм, Б.Д. Физико-химические основы смачивания и растекания / Б.Д. Сумм, Ю.В. Горюнов. – М.: Химия, 1976. – 232 с.
5. Fowkes, F.M. Dispersion Force Contributions to Surface and Interfacial Tensions, Contact Angles, and Heats of Immersion. Advances in Chemistry Series. American Chemical Society, Washington. – 1964. – No. 43. – P. 99.
6. Owens, D.K. Estimation of the Surface Free Energy of Polymers / D.K. Owens, R.C. Wendt // J. Appl. Polym. Sci. – 1969. – V. 13. – P. 1741–1747.
7. Verkhologomov, V.K. About the New Equation of Contact Angle. / V.K. Verkhologomov // Materials of the XI international research and practice conference “Science, Technology and Higher Education”. October 19-20, 2016. Westwood, Canada. – P. 138–143.
8. Verkhologomov, V.K. Physical Features of the New Equation (Equation Jung – Verkhologomov) of Contact Angle. / V.K. Verkhologomov // Materials of the XII international research and practice conference “Science, Technology and Higher Education”. December 21-22, 2016. Westwood, Canada. – P. 97–110.
9. Young T. Essay on the Cohesion of Fluids. //M. D. For. Sec. R. S. 1804. P. 65

Материал поступил в редакцию 28.11.18.

## THE DEPENDENCE OF CONTACT ANGLE VALUE FROM SURFACE FEATURES ON THE INTERPHASE BOUNDARIES

V.K. Verkhologomov, Candidate of Technical Sciences  
Lytkarino, Russia

**Abstract.** As a result of computational studies, a unique correspondence between the value of  $\theta_0$  and the adhesion force of the solid body  $\sigma_A$  was established. The transition from the classical Young equation to the equation Young-Verkhologomov (from the free surface energy of the solid body  $\sigma_{SV}$  to  $\sigma_A$ ) allows us to predict the development of new solid smooth coatings with  $\theta_0 \geq 130-135^\circ$ .

**Keywords:** adhesive force, equation Young-Verkhologomov, contact angle.

УДК 538.93

## РАСЧЕТ ПАРЦИАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАСПЫЛЕНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ОДНОРОДНЫХ МИШЕНЕЙ ЛЕГКИМИ ИОНАМИ

В.В. Манухин<sup>1</sup>, М.В. Манухин<sup>2</sup>, А.П. Степанова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> кандидат физико-математических наук, доцент, <sup>2,3</sup> студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ» (Москва), Россия

***Аннотация.** Разработана аналитическая модель распыления многокомпонентных соединений легкими ионами, получена аналитическая формула, позволяющая рассчитывать полные и парциальные коэффициенты распыления бинарной (многокомпонентной) мишени легкими ионами. Результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментальными данными. Выявлены закономерности преимущественного распыления двухкомпонентных материалов при низких энергиях бомбардирующих ионов.*

***Ключевые слова:** распыление, ионная бомбардировка, многокомпонентные материалы, парциальный коэффициент распыления, преимущественное распыление, легкие ионы.*

Распыление многокомпонентных материалов легкими ионами представляет интерес как с точки зрения прикладных исследований, так и с теоретической стороны описания явления. Отличительной особенностью распыления многокомпонентных материалов потоками ионов является тот факт, что при бомбардировке сплавов компоненты мишеней распыляются с различной интенсивностью (коэффициенты распыления компонентов различны) [4, 5]. Как следствие этого явления (так и других сопутствующих процессов: имплантация, ионное перемешивание и др.), концентрация компонентов в приповерхностных слоях мишени меняется (мишени становятся неоднородными), что, в свою очередь, влияет на интенсивность распыления. В связи с этим теоретическое описание явления распыления многокомпонентных материалов представляет собой многозадачную проблему.

Теория распыления многокомпонентных материалов П. Зигмунда, базирующаяся на решении кинетического уравнения Больцмана, хотя и имеет ограниченную область применения (не применима к распылению легкими ионами средних энергий), до сих пор является основной при расчетах коэффициентов распыления и сопутствующих эффектов (преимущественное распыление) [4, 5].

В настоящей работе предлагается модель распыления однородных двухкомпонентных материалов легкими ионами, основанная на подходе, апробированном для случая распыления однокомпонентных однородных мишеней [9], в котором предполагается, что атомы мишени распыляются за счет двух механизмов: распыление нисходящим потоком ионов и распыление восходящим потоком ионов. Этот модельный подход легко трансформируется под описание распыления неоднородных мишеней [2], что позволяет исследовать более реальные мишени.

Рассмотрим однородную полубесконечную двухкомпонентную мишень  $A_qB_b$  (где  $q$  – стехиометрический коэффициент элемента  $A$  массой  $M_1$  в соединении,  $b$  – стехиометрический коэффициент элемента  $B$  массой  $M_2$  в соединении), на поверхность которой под углом  $\theta_0$  от нормали к ней падает широкий пучок легких ионов (массой  $M_0$ ) с энергией  $E_0$ . Ограничимся при этом случаем малых доз облучения, что позволяет считать мишень однородной по глубине, и состав мишени не меняется на протяжении всего времени распыления.

При теоретическом описании процесса распыления двухкомпонентных материалов использованы следующие модели и приближения:

- 1) Движущиеся частицы между собой не взаимодействуют.
- 2) Взаимодействие движущихся частиц с неподвижными атомами мишени описывается в модели парных соударений.
- 3) Элементарный процесс взаимодействия описывается по двум независимым каналам: упругому (изменяется как направление движения частицы, так и ее энергия) и неупругому (движущаяся частица теряет энергию, но не меняет направление своего движения) [6].
- 4) Упругое сечение взаимодействия описывается степенной зависимостью.
- 5) Торможение быстрых ионов в многокомпонентном соединении описывается как торможение в однокомпонентном материале, состоящем из атомов с эффективным зарядом и массой

$$Z_{ef} = \sum_{i=1}^n c_i Z_i, \quad M_{ef} = \sum_{i=1}^n c_i M_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (1)$$

где  $c_i$  – относительная концентрация  $i$ -того компонента в соединении.

Поскольку распыление атомов мишени определяется переданной им энергией от налетающего иона (энергией, потерянной ионами за счет упругих соударений с атомами мишени), то считаем, что ион при упругом

взаимодействии передает в единице объема энергию атому с эффективным зарядом  $Z_{ef}$ , которая перераспределяется между составляющими мишень компонентами  $A$  и  $B$  в соответствии с их относительной концентрацией в соединении. Энергия, приходящаяся на каждый атом соединения, не должна превышать максимально возможную передаваемую энергию при упругих взаимодействиях ион-атом –  $\gamma_i E_0$  ( $\gamma_i$  – кинематический фактор,  $\gamma_i = 4M_0 M_i / (M_0 + M_i)^2$ ,  $M_0$  – масса иона,  $M_i$  – масса атома).

б) При описании атомов, покидающих мишень, используется модель плоского поверхностного потенциального барьера. Энергия поверхностной связи атомов  $i$ -той компоненты в соединении  $U_i$  рассчитывается по формуле:

$$U_i = \frac{U_{0j} + \sum_{j=1, j \neq i}^n c_j U_{0j}}{1 + \sum_{j=1, j \neq i}^n c_j}, \quad (2)$$

где  $U_{0i}$  – энергия связи атомов  $i$ -той компоненты в однокомпонентном материале.

В основе модели, описывающей распыление атомов легкими ионами, лежит предположение (основанное на принципах инвариантного погружения, примененных к описанию распыления [9]), что в мишени на глубине  $x$  существует два потока быстрых ионов: один – направлен преимущественно вглубь мишени, другой – вследствие рассеяния ионов, направлен к поверхности. На глубине  $x$  можно выделить два потока первично выбитых атомов: один – направлен преимущественно вглубь мишени, другой – к поверхности. На основании этого можно предположить, что распыление двухкомпонентных материалов (так же как и однокомпонентных мишеней) описывается двумя механизмами [2, 9]: 1) распыление нисходящим потоком ионов, 2) распыление восходящим потоком ионов.

Каждый механизм представляется как последовательность следующих процессов, приводящих к распылению  $i$ -той компоненты мишени (рис. 1):

**Механизм 1** – прохождение потока ионов слоя толщиной  $x$ ; выбивание первичных атомов отдачи в направлении вглубь мишени; отражение первично выбитых атомов (ПВА) компонент  $A$  и  $B$  от нижележащих слоев материала, либо распыление нижележащих атомов материала; эмиссия первичных и вторичных выбитых атомов, движущихся на глубине  $x$  к поверхности.

**Механизм 2** – прохождение потока ионов слоя толщиной  $x$ ; отражение потока ионов от нижележащих слоев материала; выбивание ионами, движущимися к поверхности, первичных атомов отдачи на глубине  $x$ ; эмиссия выбитых атомов, движущихся с глубины  $x$  к поверхности.

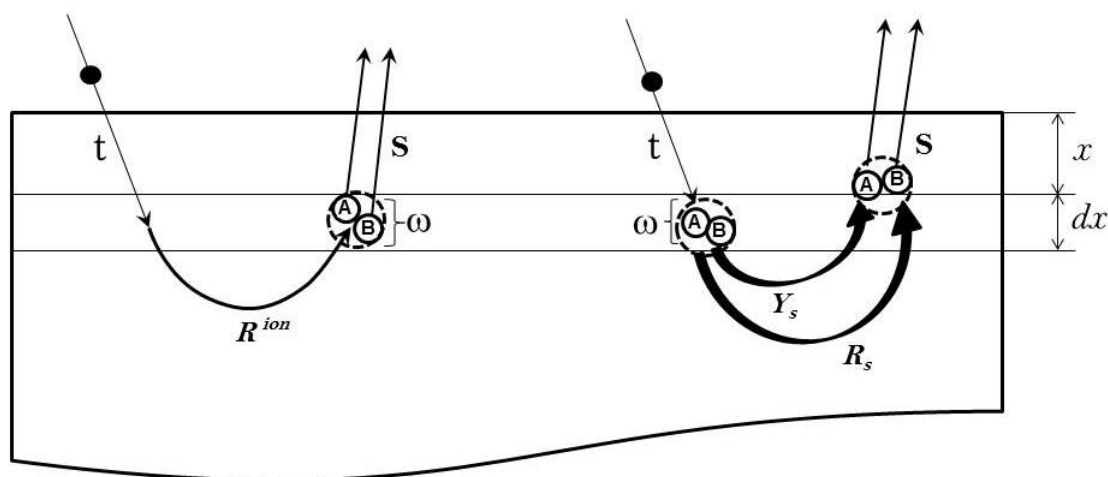


Рис. 1. Схематичное изображение процессов, приводящих к распылению двухкомпонентной мишени

Исходя из этого, описание явления распыления  $i$ -той компоненты двухкомпонентной мишени будем проводить как распыление однокомпонентной однородной мишени, состоящей из атомов с  $Z_{ef}$  с учетом плоского поверхностного потенциала  $U_i$ .

В соответствии с предлагаемой моделью, учитывая принципы инвариантного погружения, парциальный коэффициент распыления компоненты  $i$ , определяемый как среднее число атомов компоненты  $i$ , вылетевших с поверхности мишени, приходящееся на один падающий ион, можно описать следующим выражением:

$$Y_i(E_0, \theta_0) = N_i t \otimes R^{ion} \otimes \omega \otimes S_i + N_i t \otimes \omega \otimes [R_s + Y_s] \otimes S_i \quad (3)$$



В этом выражении знак  $\otimes$  обозначает интегрирование по всем общим параметрам,  $N_i$  – атомная плотность  $i$ -той компоненты,  $t$  – функция пропускания ионов слоем мишени толщиной  $x$ ,  $R^{ion}$  – дифференциальная функция отражения ионов от мишени,  $\omega$  – сечение передачи энергии от движущегося иона неподвижному атому,  $S_i$  – функция прямого (на прострел) самораспыления слоя материала толщиной  $x$ ,  $R_s$  – дифференциальная функция самоотражения атомов мишени,  $Y_s$  – дифференциальная функция обратного самораспыления мишени.

Интегрирование выражения (3) проводилось с использованием следующих моделей и приближений:

1. Модель непрерывного замедления в приближении «прямо-вперед» для описания функции пропускания [6],
2. Метод перевала при интегрировании функций отражения [1],
3. Функции прямого самораспыления  $S$  и обратного самораспыления  $Y_s$  рассматриваются в рамках модели работы [3].

В результате интегрирования выражения (3) получена формула, позволяющая рассчитать парциальные коэффициенты распыления  $i$ -той компоненты материала мишени легкими ионами:

$$Y_i(E_0, \theta_0) = \frac{1}{8C_0} \frac{1}{U_i^{1+p}} \left[ \frac{Y_i}{\gamma_0} \right]^{1-m} \left\{ R_N^{ion}(E', \theta) S_n(E^*(E')) \left[ 1 - \left( \frac{U_i}{\gamma_i E^*(E')} \right)^{1-m} \right] + S_n(E') \psi \left( \frac{E_{th}^s}{\gamma_i E'}, \theta_0 \right) \right\}, \quad (4)$$

где  $E' = E_0 \left( 1 - \frac{3}{4C_0 N_0 (1+p) R_0 \cos \theta_0} \right)$ ,  $C_0$  – константа в степенном сечении рассеяния [4] ( $C_0=1,808089 \text{ \AA}^2$ );  $N_0$  – концентрация атомов в материале мишени;  $\gamma_0$  – кинематический фактор упругого взаимодействия «ион-атом с  $Z_{ef}$ » ( $\gamma_0 = 4M_0 M_{ef} / (M_0 + M_{ef})^2$ );  $R_N^{ion}(E_0, \theta_0)$  – полный коэффициент отражения ионов;  $p$  – безразмерная величина, определяемая пробегом ионов в материале:  $p = 2C_0 R_0 R_p \cos \theta_0 / 3l_{tr}$ ,  $R_0$  – полный пробег ионов в материале,  $R_p$  – проективный пробег ионов в материале,  $l_{tr}$  – транспортный пробег иона в материале;  $S_n(\ )$  – сечение ядерного торможения [7];  $E^*$  – средняя энергия ионов, отраженных от слоистой структуры:  $E^* = E_0 \cdot R_E^{ion}(E_0, \theta_0) / R_N^{ion}(E_0, \theta_0)$ ,  $R_E^{ion}(E_0, \theta_0)$  – полный коэффициент отражения энергии ионов от поверхности;  $E_{th}^s$  – пороговая энергия самораспыления [10];  $m$  – показатель степени в степенном сечении взаимодействия частиц,  $\psi$  – функция, определяющая самораспыление атомов [2].

Полные коэффициенты распыления мишени рассчитываются как сумма парциальных коэффициентов распыления компонентов:  $Y(E_0, \theta_0) = \sum_{i=1}^2 Y_i(E_0, \theta_0)$ .

Результаты расчетов по формуле (4) парциальных коэффициентов распыления двухкомпонентных мишеней приведены на рис. 2.

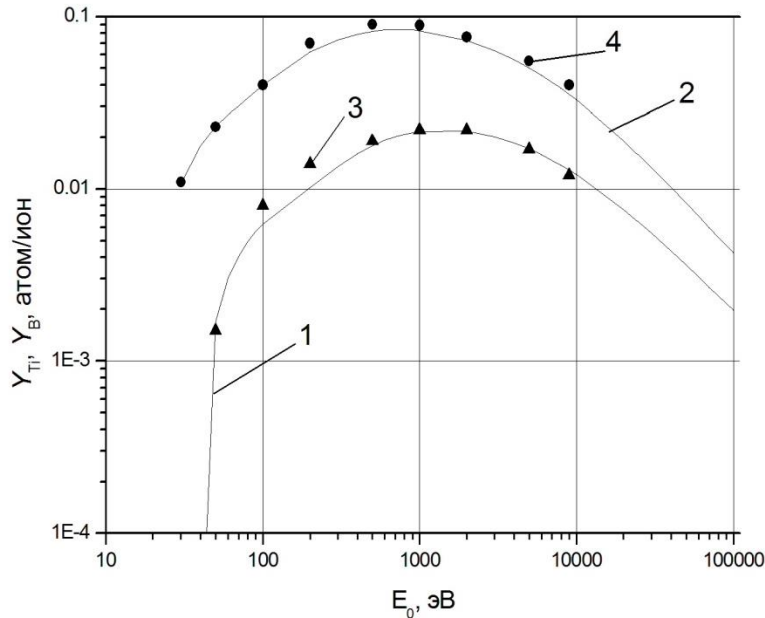


Рис. 2. Парциальные коэффициенты распыления соединения  $TiB_2$  ионами гелия ( $He^+$ ) (нормальное падение) в зависимости от энергии ионов: 1 – коэффициент распыления  $Ti$ , расчет по формуле (4); 2 – коэффициент распыления  $B$ , расчет по формуле (4); 3 – коэффициент распыления  $Ti$ , экспериментальные данные [8]; 4 – коэффициент распыления  $B$ , экспериментальные данные [8].

На рис. 2 приведены результаты расчетов парциальных коэффициентов распыления соединения  $TiB_2$  ионами гелия ( $He^+$ ) в зависимости от энергии ионов. Результаты расчетов приводятся в сравнении с экспериментальными данными [8], наблюдается преимущественное распыление более легкой компоненты соединения, что подтверждается и экспериментальными данными.

На основе предложенной модели распыления двухкомпонентных мишеней легкими ионами получена достаточно простая расчетная формула для парциальных коэффициентов распыления компонентов. Анализ полученной формулы, а также результатов расчетов, позволяют сделать следующие выводы:

1. Более эффективно распыляется менее связанный компонент, что определяется поверхностной энергией связи компонента  $U_i$ . При распылении ионами низких энергий будет происходить обеднение поверхности менее связанным компонентом.

2. Более легкий компонент распыляется интенсивнее, и возможна ситуация, аналогичная преимущественному распылению менее связанной компоненты.

3. Пороговая энергия распыления (каждой компоненты) для механизма распыления восходящим потоком ионов отлична от пороговой энергии распыления нисходящим потоком ионов. Анализ показывает, что пороговая энергия распыления нисходящим потоком ионов выше, а значит, пороговая энергия распыления атомов  $i$ -той компоненты определяется пороговой энергией распыления восходящим потоком ионов.

В дальнейшем предполагается развить модель случая распыления неоднородных двухкомпонентных мишеней легкими ионами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джеффрис Г. Методы математической физики, пер. с англ., вып. 1-3 / Г Джеффрис, Б. Свирлс. – М., «Мир», 1970. – гл. 17.
2. Манухин, В.В. // Прикладная физика. – 2016. – № 5. – с. 5.
3. Манухин, В.В. Самораспыление однородных тонких пленок / В.В. Манухин // Прикладная физика. – 2007. – №5. – С. 14.
4. Распыление твердых тел ионной бомбардировкой / Под ред. Р. Бериша. – М.: Мир, 1984. – Т. 1. – 336 с.
5. Распыление твердых тел ионной бомбардировкой. / Под ред. Р. Бериша. – М.: Мир, 1986. – Т. 2. – 336 с.
6. Ремизович, В.С. Флуктуации пробега заряженных частиц / В.С. Ремизович, Д.В. Рогозкин, М.И. Рязанов. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 240 с.
7. Biersak J., Haggmark L.G. // Nucl. Instr. and Meth. 1980. Vol.174, p.257.
8. Kaminsky M., Nielsen R., Zschack P. // J. Vac. Sci. Technol. 1982. Vol. 20, p. 1304.
9. Manukhin V.V. // Nucl. Instr. and Meth. 1992. V.B72. P. 45.
10. Matsunami N., Yamamura Y., Itikawa Y. // Atomic data and nuclear data tables. 1984, Vol.31, p.1-80.

Материал поступил в редакцию 19.11.18.

#### CALCULATION OF PARTIAL COEFFICIENTS OF THE SPUTTERING OF TWO-COMPONENT HOMOGENEOUS TARGETS BY LIGHT IONS

V.V. Manukhin<sup>1</sup>, M.V. Manukhin<sup>2</sup>, A.P. Stepanova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> PhD, Associate Professor, <sup>2,3</sup> Student

National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (Moscow), Russia

**Abstract.** An analytical model of the sputtering of multicomponent targets by light ions has been developed. An analytical formula has been obtained, which makes it possible to calculate the total and partial sputtering coefficients of a binary (multicomponent) target with light ions. The calculation results are in good agreement with the experimental data. The patterns of preferential sputtering of two-component materials at low energies are revealed.

**Keywords:** sputtering, ion bombardment, multi-component materials, partial sputtering yield, preferential sputtering, light ions.

УДК 372.851(5к)

## ОБ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ТРЕУГОЛЬНИК»

Р.К. Мусайбеков<sup>1</sup>, С.Ж. Узбекова<sup>2</sup><sup>1</sup> магистр естественных наук, академический доцент, <sup>2</sup> магистр естественных наук  
Кокшетауский государственный университет имени Ш. Уалиханова, Казахстан

**Аннотация.** В статье рассказывается о треугольниках как о самом простейшем виде многоугольников. Вначале дан теоретический материал по рассматриваемой теме, далее приводится интересная работа на уроках с учащимися с календарями различных лет. Рассмотрены несколько задач с подробным их решением. В качестве заключения сказано, что такая работа позволит учащимся лучше усвоить учебный материал и связать его с последующим. В конце статьи дан список рекомендуемой литературы.

**Ключевые слова:** многоугольники, треугольники, неравенство треугольника, признаки равенства треугольников, типы треугольников.

Если взглянуть в историю, то можно утверждать, что современная наука берет свое начало от треугольников. В школьном курсе математики перед изучением многоугольников изучают треугольники.

Связано это с тем, треугольник – простейший многоугольник, имеющий 3 вершины (угла) и 3 стороны; часть плоскости, ограниченная тремя точками, не лежащими на одной прямой, и тремя отрезками, попарно соединяющими эти точки [4, с. 14; 2, с. 27]. Известно, что вершины треугольника обычно обозначаются заглавными латинскими буквами (А, В, С), величины углов при соответственных вершинах – греческими буквами ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ), а длины противоположных сторон – прописными латинскими буквами (а, b, с).

**Неравенство треугольника** нужно выразить через стороны самого треугольника, которые можно выразить следующими неравенствами:  $a < b + c$ ,  $b < c + a$ ,  $c < a + b$ .

**Признаки равенства треугольников.** Треугольник однозначно можно определить по следующим тройкам основных элементов:

- а, b, с (равенство по трём сторонам) ;
- а, b,  $\gamma$  (равенство по двум сторонам и углу между ними);
- а,  $\beta$ ,  $\gamma$  (равенство по стороне и двум прилежащим углам).

**Типы треугольников****По величине углов**

Поскольку сумма углов треугольника равна  $180^\circ$ , то не менее двух углов в треугольнике должны быть острыми (меньшими  $90^\circ$ ). Выделяют следующие виды треугольников:

Если все углы треугольника острые, то треугольник называется *остроугольным*;

Если один из углов треугольника тупой (больше  $90^\circ$ ), то треугольник называется *тупоугольным*;

Если один из углов треугольника прямой (равен  $90^\circ$ ), то треугольник называется *прямоугольным*. Две стороны, образующие прямой угол, называются катетами, а сторона, противоположная прямому углу, называется гипотенузой.

**По числу равных сторон**

**Разносторонним** называется треугольник, у которого длины трех сторон попарно различны.

**Равнобедренным** называется треугольник, у которого две стороны равны. Эти стороны называются боковыми, третья сторона называется основанием. В равнобедренном треугольнике углы при основании равны. Высота, медиана и биссектриса равнобедренного треугольника, опущенные на основание, совпадают.

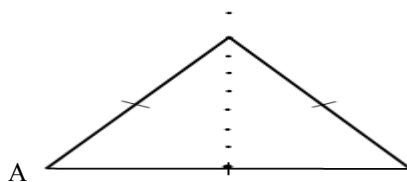
**Равносторонним** называется треугольник, у которого все стороны равны. В равностороннем треугольнике все углы равны  $60^\circ$ , а центры вписанной и описанной окружностей совпадают [5, с. 206].

Площадь треугольника измеряется по формуле:  $S = \frac{a \cdot h}{2}$ , где а – основание, а h -высота треугольника,

а площадь прямоугольного треугольника вычисляется по формуле:  $S = \frac{a \cdot b}{2}$ , где а, в – катеты прямоугольного

треугольника. В свою очередь площадь равностороннего треугольника вычисляется по формуле:  $S = \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4}$ .

Попробуем вывести данную формулу.



Каждую сторону данного треугольника обозначим  $a$ , а высоту как  $h$ , тогда высота в равнобедренном треугольнике является и медианой, и биссектрисой. Скажем, по условию имеем  $AB=BC=AC=a$ ,  $AD=DC=\frac{a}{2}$ ,

тогда по теореме Пифагора получим:  $BD = \sqrt{AB^2 - AD^2} = \sqrt{a^2 - \frac{a^2}{4}} = \sqrt{\frac{3a^2}{4}} = \frac{a\sqrt{3}}{2}$ . Зная, что площадь

треугольника можно вычислить по формуле:  $S = \frac{1}{2} AC \cdot BD = \frac{1}{2} a \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} = \frac{a^2\sqrt{3}}{4}$ . А для вычисления площа-

ди разностороннего треугольника можно воспользоваться формулой Герона:  $S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$ , где

$p = \frac{a+b+c}{2}$  – полупериметр,  $a, b, c$  – стороны треугольника. И, соответственно надо знать единицы измерения

площадей: квадратные единицы (квадратные километры, метры, дециметры, сантиметры, миллиметры). Итак, рассмотрен теоретический материал по треугольникам, теперь перейдем к практической части.

Очень интересную работу можно проводить с календарем различных годов с учащимися (это можно рассмотреть как один из видов самостоятельной работы для учащихся).

А работа заключается в следующем. Соединяя точки (числа календаря) линиями на календаре (октябрь 2017 года), учащиеся получают различные виды треугольников: прямоугольный, равнобедренный, разносторонний, тупоугольный, остроугольный, прямоугольный [6].

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Учитывая вышесказанное, можно провести работу с учащимися и предложить им следующий пример.

**Пример**

1. Из предложенных треугольников укажите прямоугольный треугольник: а) 3-23-25, б) 4-24-26, в) 3-24-26, г) 3-23-26, д) 2-23-25 (ответ: в случае **в**, д) треугольники будут прямоугольными).

2. Назовите стороны в первом прямоугольном треугольнике (случай **в**) 3-24, 24-26, 3-26; во втором треугольнике 2-23, 23-25, 2-25 (случай **в**) 3-24 – катет, 24-26 – катет, 3-26 – гипотенуза; случай д) 2-23 – катет, 23 – 25 – катет, 2-25 – гипотенуза).

3. Каким углом является в первом треугольнике (случай **в**) угол между сторонами 3-24 и 24-26 (угол будет прямым); б) во втором треугольнике (случай д) угол между сторонами 2-23 и 2-25? (ответ: случай **в** угол будет прямым, случай д) угол будет острым).

4. Каким (прямоугольным, равнобедренным) треугольником являются треугольники 2-23-24, 3-23-25, 4-25-27, 2-24-25, 6-27-29, 5-25-27, 6-28-29 ? (2-23-24 – прямоугольный, 3-23-25 – равнобедренный, 4-25-27 – прямоугольный).

Аналогичные задания можно составить по вариантам и предложить учащимся для выполнения.

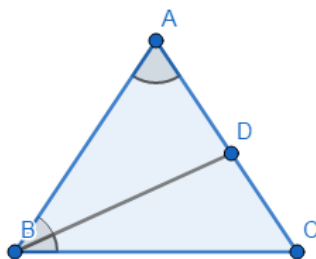
Теперь рассмотрим ряд задач по теме «Треугольники».

**Задача 1.** Длина основания равнобедренного треугольника равна  $a$ , а величина угла при вершине –  $\alpha$ . Найдите длину биссектрисы, проведенной к боковой стороне [3, с. 184].

**Задача 2.** Основание треугольника равно  $a$ . Найдите длину отрезка прямой, параллельной основанию и делящей площадь треугольника пополам [1, с. 210].

**Задача 3.** Медианы треугольника равны 3 см, 4 см, 5 см. Найдите площадь треугольника [1, с. 208].

**Решение задачи 1.**



Дано:  
 $\triangle ABC$  – равнобедренный  
 $\angle ABC = \alpha$ ,  $AC = a$ ,  $AD$  – биссектриса  
 $AD$  – ?

Решение:

$$\angle BAC = \angle ACB = \frac{\pi - \alpha}{2} \text{ (из } \triangle ABC \text{)}; \angle CAD = \frac{1}{2} \angle BAC = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi - \alpha}{2} = \frac{\pi - \alpha}{4}$$

Теперь из  $\triangle ADC$  :

$$\angle ADC = \pi - \frac{\pi - \alpha}{2} - \frac{\pi - \alpha}{4} = \frac{4\pi - 2\pi + 2\alpha - \pi + \alpha}{4} = \frac{\pi + 3\alpha}{4}$$

Для  $\triangle ADC$  применим теорему синусов:

$$\frac{AD}{\sin \angle ACB} = \frac{AC}{\sin \angle ADC};$$

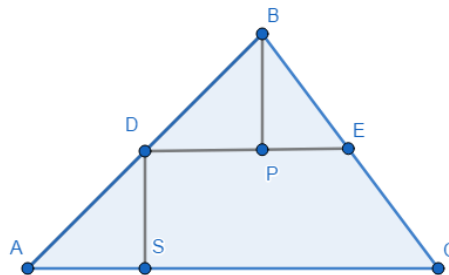
$$\frac{AD}{\sin \frac{\pi - \alpha}{2}} = \frac{AC}{\sin \frac{\pi + 3\alpha}{4}};$$

$$AD = \frac{a \cdot \sin \frac{\pi - \alpha}{2}}{\sin \frac{\pi + 3\alpha}{4}} = \frac{a \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\pi + 3\alpha}{4}};$$

$$\sin \left( \frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2} \right) = \cos \frac{\alpha}{2}$$

Ответ:  $\frac{a \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\pi + 3\alpha}{4}}$

**Решение задачи 2.**



Дано:  
 $\triangle ABC$ ;  $AC = a$ ;  $DE \parallel AC$ ;  $S_{DBE} = S_{ADEC}$

$DE$  – ?

Решение:

Пусть  $DE = x$

$$S_{DBE} = \frac{1}{2} \cdot x \cdot BP; S_{ADEC} = \frac{1}{2} \cdot (x + a) \cdot DS;$$

$$\text{Так как } S_{BDE} = S_{ADEC} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot x \cdot BP = \frac{1}{2} \cdot (x+a) \cdot DS$$

$$x \cdot BP = x \cdot DS + a \cdot DS$$

$$x(BP - DS) = a \cdot DS \Rightarrow x = \frac{a \cdot DS}{BP - DS} \quad (1)$$

$$\triangle DBE \sim \triangle ABC$$

$$\frac{BP}{BP + DS} = \frac{DE}{AC} \Rightarrow \frac{BP}{BP + DS} = \frac{x}{a} \Rightarrow x = \frac{a \cdot BP}{BP + DS} \quad (2)$$

Приравняем правые части (1) и (2)

$$\frac{a \cdot DS}{BP - DS} = \frac{a \cdot BP}{BP + DS} \left| : a; BP \cdot DS + DS^2 = BP^2 - BP \cdot DS; DS^2 + 2BP \cdot DS - BP^2 = 0 \right| : DS^2$$

$$-\left(\frac{BP}{DS}\right)^2 + 2\frac{BP}{DS} + 1 = 0; \frac{BP}{DS} = y; -y^2 + 2y + 1 = 0; \Rightarrow y^2 - 2y - 1 = 0;$$

$$D_1 = 1 + 1 = 2;$$

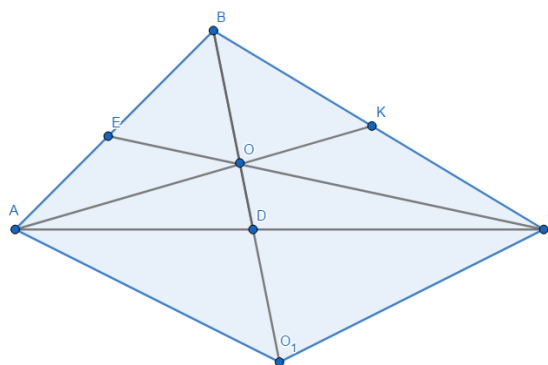
$$y_1 = 1 + \sqrt{2}; \quad y_2 = 1 - \sqrt{2} \quad (\text{не подходит по смыслу})$$

$$\frac{BP}{DS} = 1 + \sqrt{2}; \quad BP = (1 + \sqrt{2}) \cdot DS$$

$$x = \frac{a \cdot BP}{BP + DS} = \frac{a \cdot (1 + \sqrt{2}) \cdot DS}{(1 + \sqrt{2}) \cdot DS + DS} = \frac{a \cdot (1 + \sqrt{2}) \cdot DS}{(1 + \sqrt{2} + 1) \cdot DS} = \frac{a \cdot (1 + \sqrt{2})}{(1 + \sqrt{2} + 1)} = \frac{a \cdot (1 + \sqrt{2})}{\sqrt{2}(1 + \sqrt{2})} = \frac{a}{\sqrt{2}} = \frac{a\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{Ответ: } \frac{a\sqrt{2}}{2}$$

**Решение задачи 3.**



Дано:

$\triangle ABC$

$AK, BD, CE$  — медианы

$CE = 3 \text{ см}, AK = 4 \text{ см}, BD = 5 \text{ см}$

$S_{ABC} = ?$

Решение:

На продолжении  $DO$  отложим  $DO_1 = DO$

$$AO = \frac{2}{3}AK = \frac{2}{3} \cdot 4 = \frac{8}{3}(\text{см})$$

$$AO_1 = CO = \frac{2}{3} \cdot CE = \frac{2}{3} \cdot 3 = 2(\text{см})$$

$$BO = \frac{2}{3} \cdot BD = \frac{2}{3} \cdot 5 = \frac{10}{3}(\text{см})$$

$$S_{AOO_1} = \sqrt{4\left(4 - \frac{8}{3}\right)\left(4 - 2\right)\left(4 - \frac{10}{3}\right)} = \sqrt{4 \cdot \frac{4 \cdot 2 \cdot 2}{3 \cdot 3}} = \frac{8}{3}(\text{см}^2)$$

$$\left(\frac{8}{3} + 2 + \frac{10}{3}\right) : 2 = 4$$

$$S_{AOC} = S_{AOO_1} = \frac{8}{3}(\text{см}^2)$$

$$S_{ABC} = 3S_{AOC} = 8(\text{см}^2)$$

Ответ:  $8 \text{ см}^2$

Построенная таким образом планомерная и последовательная работа по теме «Треугольники» позволит учащимся лучше усвоить учебный материал и связать его с последующим.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 3000 конкурсных задач по математике. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Рольф, Айрис-пресс, 1998. – 624 с.
2. Атанасян, Л.С. Геометрия: Учеб. для 7-9 кл. сред. шк. / Л.С. Атанасян, В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев и др. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 1992. – 335 с.: ил.
3. Говоров, В.М. Сборник конкурсных задач (с методическими указаниями и решениями) / В.М. Говоров, П.Т. Дыбов, Н.В. Мирошин и др. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 384 с.
4. Погорелов, А.В. Геометрия: Учеб. для 7-11 кл. сред. шк. -2-е изд. / А.В. Погорелов. – М.: Просвещение, 1991. – 384 с.: ил.
5. Цыпкин, А.Г. Справочник по математике для средней школы / А.Г. Цыпкин, под ред. С.А. Степанова. – 2-е изд. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981.
6. <http://www.pandia.ru/text/77/415/43454.php>

Материал поступил в редакцию 26.11.18.

#### ON THE STUDY OF THE THEME “TRIANGLE”

R.K. Musaybekov<sup>1</sup>, S.Zh. Uzbekova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Master of Natural Sciences, Academic Associate Professor, <sup>2</sup> Master of Natural Sciences  
Kokshetau State University named after Sh. Ualikhanov, Kazakhstan

**Abstract.** The article describes the triangles as the simplest form of polygons. First, the theoretical material is given, then interesting work on lessons with students with calendars of various years is presented. Several problems with their detailed solution are considered. As a conclusion, it is said that such work will allow students to better understand the educational material and relate it to the next material. At the end of the article a list of recommended literature is given.

**Keywords:** polygons, triangles, triangle inequality, signs of triangle inequality, types of triangles.

УДК 539.12

## ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОНА. НОВЫЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОТОН

А.С. Неграш<sup>1</sup>, И.А. Головин<sup>2</sup>, Т.С. Мудинов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> кандидат технических наук, эксперт, <sup>2</sup> студент 1-ого курса, <sup>3</sup> ученик 11-ого класса

<sup>1</sup> Управление образования г. Лобня,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Московский государственный университет пищевых производств,

<sup>3</sup> МБОУ СОШ №3 г. Лобня, Россия

**Аннотация.** Рассматриваются функциональные связи между физическими характеристиками фотона, в частности, между динамическими и электродинамическими. Вводятся новые характеристики фотона, выявляются новые фундаментальные физические постоянные, характеризующие фотон. Работа может представить интерес для старшеклассников, студентов, преподавателей физики и тех, кто интересуется методами решения проблем физики.

**Ключевые слова:** аналог идеи Демокрита, квант физической величины, электромагнитный квант, элементарный луч фотонов, электродинамические характеристики фотона, реактивное сопротивление фотона, характерный размер фотона.

### ВВЕДЕНИЕ

Известны формулы механических характеристик фотона (энергии, импульса, кинетической массы) [2]. Расчёт электродинамических характеристик фотона был представлен в работе С. Б. Алеманова [1]. В ней использовались волновые представления о строении фотона. Однако постановка задачи и её решение по более полному расчёту электродинамических характеристик фотона (электромагнитного кванта) и выявлению новых фундаментальных физических постоянных фотона не потеряли своей актуальности.

В предлагаемой работе для выявления формул, характеризующих фотон, используется анализ размерностей, что позволяет без детализации расчётной схемы фотона выявить функциональные связи между физическими характеристиками фотона, включая выявление новых фундаментальных физических постоянных и связей между ними. Предлагаемая работа является дальнейшим развитием работы А. С. Неграша, изложенной в докладе, представленном 21.10.2016 на заседании секции общей физики Московского общества испытателей природы при МГУ [9].

Термины фотон и ЭМК эквивалентны. Обозначения величин приведены в таблице 2.

### СОКРАЩЕНИЯ

КПД – коэффициент полезного действия

СТО – специальная теория относительности А. Эйнштейна

ЭДС – электродвижущая сила

ЭМ – электромагнитный

ЭМК – электромагнитный квант (фотон)

## 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

### 1.1. Механические характеристики фотона

Установлено [2], что формула механических характеристик фотона является следствием динамики СТО:

$$E = pc = mc^2, \quad (1)$$

где  $E$ ,  $p$ ,  $m$ ,  $c$  – энергия, модуль импульса, кинетическая масса фотона и модуль скорости фотона.

С другой стороны, М. Планком [4] была получена формула

$$E = h\nu, \quad (2)$$

которая часто записывается в виде

$$E = \hbar\omega, \quad (3)$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}. \quad (4)$$

Здесь  $h$  – постоянная Планка,  $\hbar$  – постоянная Дирака,  $\nu$  и  $\omega$  – частота и циклическая частота фотона.



Объединив (1), (2) и (3), получим цепочку формул для энергии фотона

$$E_{ЭМК} = E = pc = mc^2 = \hbar\omega = h\nu \quad (5)$$

В формуле (5) содержатся лишь механические величины, а электродинамические характеристики фотона отсутствуют (скорость и частота фотона являются кинематическими величинами).

### 1.2. Аналог атомистической идеи Демокрита по отношению к физическим величинам

Термин «квант» в физике появился в 1900 году в работе Планка [4], которого считают одним из основателей квантовой физики.

Однако первыми учеными, использовавшими понятие «квант», назвав его термином «атом», были древнегреческие философы Левкипп (около 500 г. до н. э.) и его ученик Демокрит. Они впервые поставили вопрос о пределе делимости материи и ответили на него: такой предел существует. «Атом» – наименьшее количество материи. Атом (по Демокриту) невозможно разделить на более мелкие части.

Атомистическая идея Демокрита оказалась весьма плодотворной на разных этапах развития физики.

В XX веке эту идею использовал Луи де Бройль: в 1923 году он назвал фотон «атомом» света [3].

В предлагаемой работе вместо термина «атом света» используется термин «квант света», или «электромагнитный квант», или «фотон». При этом термин «квант» означает не просто «порцию», а «наименьшую порцию» – т. е. «наименьшее количество».

**Определение 1. Квант** – это наименьшее количество.

**Определение 2. Квант физической величины** – это наименьшее количество физической величины.

Существует ли аналог атомистической идеи Демокрита по отношению к физическим величинам?

### 1.3. Постановка задачи

Сформулируем следующие вопросы и попытаемся найти на них ответы.

1. Какие физические величины являются квантами?
2. Существуют ли физические объекты, характеристиками которых служат кванты физических величин?
3. Существует ли связь между механическими характеристиками фотона и его электродинамическими характеристиками?
4. Какие фундаментальные физические постоянные (кроме уже известных) характеризуют фотон?
5. Существуют ли функциональные связи между квантами физических величин, характеризующих фотон?

## 2. ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОНА

Эмпирические данные по квантам физических величин представлены в таблице 1.

Таблица 1

Эмпирические данные по квантам физических величин

	Наименование кванта физической величины	Обозначение	Величина в СИ
1	Квант электрического заряда, квант потока электрического смещения	$q_{\min} = e;$ $\Phi_{D\min} = e$	$1,602177 \cdot 10^{-19}$ Кл
2	Квант потока магнитной индукции	$\Phi_{B\min} = \Phi_0 = b$	$2,067835 \cdot 10^{-15}$ Вб
3	Квант собственного момента импульса физического объекта	$L_{\min} = \frac{1}{2}\hbar = \frac{h}{4\pi}$	$5,272868 \cdot 10^{-35}$ Дж·с

Известно, что собственный момент импульса стабильных частиц с массой покоя, отличной от нуля – электрона ( $L^e$ ) и протона ( $L^p$ ) – есть квант момента импульса ( $\frac{1}{2}\hbar$ ). Т. е.

$$L^e = L^p = L_{\min} = \frac{1}{2}\hbar = \frac{h}{4\pi} \quad (6)$$

Известно также, что собственный момент импульса фотона ( $L^{\text{ЭМК}} = 2L_{\min} = \hbar$ ), умноженный на  $2\pi$ , есть постоянная Планка – т. н. «квант действия» ( $h$ ). Т. е.

$$h = 2\pi L^{\text{ЭМК}} = 2\pi\hbar = 6,626076 \cdot 10^{-34} \text{ Дж·с} \quad (7)$$

Предлагается следующее допущение, являющееся аналогом атомистической идеи Демокрита по отношению к физическим величинам: *кванты некоторых физических величин существуют.*

Из анализа размерностей следует: должна существовать формула, связывающая первые два кванта таблицы (b, e) с «квантом действия» ( $h$ ). Т. е.

$$h = Kbe \quad (8)$$

$K$  – безразмерная величина.

Действительно, в рамках системы SI имеем

$$[b] = L^2T^{-2}MI^{-1}, [e] = TI, [h] = L^2T^{-1}M. \quad (9)$$

Следовательно,

$$[be] = L^2T^{-2}MI^{-1} \cdot TI = L^2T^{-1}M = [h], \\ [be] = [h]. \quad (10)$$

Числовое значение константы  $K$  находим путем подстановки числовых значений  $b, e, h$  в (8). Т. е.

$$K = \frac{h}{be} = \frac{6,626076 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{2,067835 \cdot 10^{-15} \text{ Вб} \cdot 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 2,000000. \quad (11)$$

Подставив (11) в (8), получим

$$h = 2be. \quad (12)$$

Предположим, что, подобно собственному моменту импульса фотона  $\hbar$ , кванты  $b$  и  $e$  также являются характеристиками фотона. Эти кванты могут представлять собой поток ( $b = \Phi_{Bmin} = \Phi_0 = \Phi_B^{ЭМК}$ ) магнитной индукции и поток ( $e = \Phi_D^{ЭМК}$ ) электрического смещения фотона.

Заметим, что в системе SI единицей измерения потока электрического смещения ( $\Phi_D$ ) является кулон. Т. е.

$$[\Phi_D^{ЭМК}] = [e] = \text{Кл}. \quad (13)$$

Допустим, что подобно кванту потока магнитной индукции ( $b$ ) существует квант потока электрического смещения ( $\Phi_{Dmin}$ ), который численно равен кванту электрического заряда ( $e$ ). Т. е.

$\Phi_{Dmin} = e = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$  – электрический аналог кванта потока магнитной индукции ( $\Phi_{Bmin} = \Phi_0 = b$ ).

Следовательно, с учетом (7) и (12), формула для собственного момента импульса фотона ( $L^{ЭМК}$ ) примет вид

$$L^{ЭМК} = \hbar = \frac{h}{2\pi} = \frac{2be}{2\pi} = 2L_{min} = \left(\frac{be}{\pi}\right). \quad (14)$$

Формула (14) есть формула, связывающая кванты потоков (электрического смещения и магнитной индукции) фотона  $e$  и  $b$  с собственным моментом импульса фотона ( $\hbar$ ). Она выражает следующую доказанную нами теорему: *произведение квантов потока электрического смещения и потока магнитной индукции фотона, деленное на  $\pi$ , равно собственному моменту импульса фотона.*

После подстановки (14) в (5) цепочка формул для энергии фотона примет вид

$$E^{ЭМК} = E = pc = mc^2 = \hbar\omega = hv = (2bev). \quad (15)$$

Исходя из формул (14) и (15), полученных с учетом принятых допущений, можно предложить следующее определение фотона.

**Определение 3. Фотон (электромагнитный квант)** – это физический объект, характеризующийся квантами потока электрического смещения ( $e$ ) и потока магнитной индукции ( $b$ ), собственный момент импульса которого ( $L^{ЭМК} = \hbar$ ) определен формулой (14), а энергия – формулой (15).

Одночлены в конце цепочек формул (14) и (15) – они обведены кружком – показывают, что механические характеристики фотона (энергия, импульс, кинетическая масса и собственный момент импульса) имеют электромагнитную природу. Действительно, формулы для этих величин содержат фундаментальные физические константы: квант потока электрического смещения ( $e$ ) и квант потока магнитной индукции ( $b$ ) в виде произведения этих квантов.

Это суждение иллюстрируется и цепочками формул для единиц измерения момента импульса и энергии фотона в системе SI. Из (14) и (15) следует

$$[\hbar] = \text{Дж} \cdot \text{с} = \text{м}^2\text{с}^{-1}\text{кг} = \text{Вб} \cdot \text{Кл}, \quad (16)$$

$$[E] = \text{Дж} = \text{м}^2\text{с}^{-2}\text{кг} = \text{Вб} \cdot \text{Кл} \cdot \text{Гц} = \frac{\text{Вб} \cdot \text{Кл}}{\text{с}} = \text{Вб} \cdot \text{А} = \text{В} \cdot \text{Кл}. \quad (17)$$

Наличие в концевой части этих формул таких единиц измерения, как вебер, кулон, ампер и вольт, свидетельствует о связи механических величин фотона с электромагнитными.

### 3. ДРУГИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОНА

Примем допущение о равноправии магнитной и электрической компонент энергий фотона: полная энергия (E) фотона имеет две равные (средние за период) компоненты – электрическую (E<sub>э</sub>) и магнитную (E<sub>м</sub>). Т. е.

$$E_э = E_м \quad . \quad (18)$$

Тогда формула связи энергий (E, E<sub>н</sub>, E<sub>э</sub>) примет вид

$$E = E_н + E_э = 2E_н = 2E_э \quad . \quad (19)$$

Из (19), с учетом (15), следует

$$E_н = E_э = \frac{E}{2} = bev \quad . \quad (20)$$

Известно, что сила тока смещения (I) и ЭДС электромагнитной индукции (U) определяются формулами

$$I = \frac{d\Phi_D}{dt} \quad , \quad (21)$$

$$U = \frac{d\Phi_B}{dt} \quad . \quad (22)$$

Будем полагать, что формулы (21) и (22) справедливы и для фотона.

С учетом этого формулы для характерных значений силы тока смещения и ЭДС электромагнитной индукции фотона имеют вид

$$I = K \frac{e}{T} = Kev \quad , \quad (23)$$

$$U = K \frac{b}{T} = Kbv \quad , \quad (24)$$

где K – безразмерная константа.

С учётом (23) и (24) из (20) следуют формулы

$$E_н = \frac{bI}{K} \quad , \quad (25)$$

$$E_э = \frac{eU}{K} \quad . \quad (26)$$

Подставляя (25) и (26) в (20), получим

$$\frac{bI}{K} = \frac{eU}{K} = bev = \frac{E}{2} \quad . \quad (27)$$

С учетом (27) цепочка формул (15) для энергии фотона примет вид

$$E = pc = mc^2 = \hbar_1 \omega = hv = 2bev = \frac{2bI}{K} = \frac{2eU}{K} \quad . \quad (28)$$

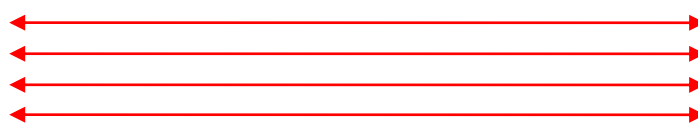
Формулы для расчёта параметров фотона представлены в таблице 3 (см. приложение). В ней же представлены результаты расчёта параметров фотона частотой  $\nu = 6 \cdot 10^{14}$  Гц. При вычислениях величин, в формулах которых содержится коэффициент K, было использовано значение K, равное двум, т. е. K = 2.

Заметим, что в формулах таблицы 3 проявляется следующая аналогия электрических и магнитных величин фотона.

#### АНАЛОГИЯ

Электрические величины

e  
U  
E<sub>э</sub>  
ε<sub>0</sub>



Магнитные величины

b  
I  
E<sub>м</sub>  
μ<sub>0</sub>

#### 4. ВЫХОДНАЯ МОЩНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ ИЗЛУЧАТЕЛЯ ЛУЧА ФОТОНОВ

**Определение 4.** Элементарный луч фотонов – это последовательность одинаковых фотонов, излучённых с частотой ( $f$ ), равной частоте фотона ( $\nu^{\text{ЭМК}} = \nu$ ), скорости ( $c$ ) которых лежат на одной прямой. Т. е.

$$f = \nu^{\text{ЭМК}} = \nu \quad . \quad (29)$$

Элементарный луч фотонов – это аналог элементарной электромагнитной волны волновой теории света.

**Определение 5.** Элементарный излучатель луча фотонов – это источник (генератор) элементарного луча фотонов.

С учетом (29) выходная мощность ( $P$ ) элементарного излучателя луча фотонов энергией  $E$  может быть выражена формулой

$$P = Ef = E\nu = \frac{E}{T} \quad , \quad (30)$$

где  $T$  – период фотона (или элементарного луча фотонов).

С учётом формулы Планка для энергии фотона (2) формула (30) примет вид

$$P = h\nu^2 \quad . \quad (31)$$

С учётом (15) формула (30) примет вид

$$P = 2be\nu^2 \quad . \quad (32)$$

Заметим, что формулы (30) - (32) справедливы и для элементарного излучателя луча фотонов, излучившего единственный фотон.

#### 5. КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ СВЕТОДИОДА

Явление излучения фотонов светодиодом является противоположным фотоэффекту.

Коэффициент полезного действия (КПД -  $\eta$ ) светодиода определяется формулой

$$\eta = \frac{E}{A^e} \quad , \quad (33)$$

где  $A^e$  – работа электрического тока излучателя луча фотонов (светодиода) за время ( $T$ ) генерирования фотона.

Если принять допущение о том, что каждый электрон выбивает из светодиода один фотон, то частота ( $f^e$ ) прохождения электронов через поперечное сечение проводника (светодиода) равна частоте излучения фотонов светодиодом ( $\nu^{\text{ЭМК}}$ ). Т. е.

$$f^e = \nu^{\text{ЭМК}} = \nu \quad . \quad (34)$$

Следовательно, период генерирования фотона и период прохождения электрона через поперечное сечение светодиода одинаковы. Т. е.

$$T^e = T^{\text{ЭМК}} = T \quad . \quad (35)$$

Значит, справедливы следующие формулы:

$$A^e = P^e T \quad , \quad (36)$$

$$P^e = U^e I^e \quad , \quad (37)$$

$$I^e = e f^e = e\nu \quad . \quad (38)$$

Верхний индекс «е» относится к характеристикам тока проводимости.

Подставляя (38) в (37), получим выражение электрической мощности затрат электрической энергии ( $P^e$ )

$$P^e = U^e I^e = U^e e\nu \quad . \quad (39)$$

Подставляя (36) в (33) с учетом (30) получим

$$\eta = \frac{P_T}{P^* T} = \frac{P}{P^*} . \quad (40)$$

В формуле (40) полезная мощность (P) – это выходная мощность излучателя луча фотонов. Мощность затрат электрической энергии ( $P^e$ ) – это произведение силы тока проводимости ( $I^e$ ) на напряжение на светодиоде ( $U^e$ ).

Подставляя (32) и (39) в (40), получим

$$\eta = \frac{2bev^2}{U^e ev} = \frac{2bv}{U^e} . \quad (41)$$

Т. е.

$$\eta = \frac{2bv}{U^e} . \quad (42)$$

Для идеального светодиода (с КПД, равным единице), из (42) следует

$$U^e = 2bv . \quad (43)$$

Для реального светодиода формула (42) примет вид

$$\eta = \frac{2bv}{U_{эм}^e} . \quad (44)$$

Очевидно, что мощность луча фотонов, содержащего N одинаковых однонаправленных элементарных лучей фотонов, выражается формулой

$$P_N = NP . \quad (45)$$

Поверхностная плотность мощности такого луча ( $\rho_{2PN}$ ) выразится формулой

$$\rho_{2PN} = \frac{P_N}{S} = \frac{N}{S} \cdot P = n_{2N} \cdot P = \frac{Nbv^2}{S} . \quad (46)$$

$n_{2N}$  – поверхностная концентрация элементарных лучей фотонов ( $[n_{2N}] = \frac{1}{м^2}$ ;  $[\rho_{2PN}] = \frac{Вт}{м^2}$ )

Результаты вычислений КПД по формуле (44) для светодиодов различных цветов представлены в таблице 4. Эмпирические данные напряжения на светодиоде ( $U_{эм}^e$ ) этой таблицы взяты из работы [6].

## 6. НОВЫЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОТОН

Из (27) следует

$$\frac{U}{I} = \frac{b}{e} . \quad (47)$$

Обозначим эту величину буквой R. Т. е.

$$\frac{U}{I} = \frac{b}{e} = R . \quad (48)$$

Поскольку все четыре буквы дробей формулы (48) выражают характеристику фотона, то логично предположить, что эти дроби также выражают характеристику фотона (R).

Из (48) следует, что единицей измерения R в системе СИ является ом. Т. е.

$$[R] = \frac{В}{А} = \frac{Вб}{Кл} = Ом . \quad (49)$$

Поскольку b и e есть фундаментальные константы фотона, то R также является фундаментальной константой фотона. Подставляя числовые значения b и e в (48), получим

$$R \approx 12906 \text{ Ом} . \quad (50)$$

Сопротивление  $R$  (как характеристика фотона) не может быть активным, т. к. энергия свободного фотона есть величина постоянная. Оно может быть только реактивным.

Предположим, что фотон (как электромагнитная квантовая структура) характеризуется индуктивным сопротивлением ( $X_L$ ) и емкостным ( $X_C$ ).

Известно, что при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном электрическом колебательном контуре, характеризующемся индуктивностью и емкостью, имеет место равенство индуктивного и емкостного сопротивлений. В этом случае полная энергия свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре сохраняется.

Если исходить из того, что физико-математическая аналогия между идеальным электрическим колебательным контуром и фотоном существует, то индуктивное ( $X_L$ ) и емкостное ( $X_C$ ) сопротивления фотона должны быть одинаковыми. Предположим, что эти сопротивления фотона равны  $R$ . Т. е.

$$X_L = X_C = R = \frac{b}{e} . \quad (51)$$

Известно, что индуктивное и ёмкостное сопротивление определяются формулами:

$$X_L = \omega L , \quad (52)$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} . \quad (53)$$

Будем считать эти формулы справедливыми и для фотона. Подставляя (52) и (53) в (51), получим

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} . \quad (54)$$

При сделанных предположениях эта формула циклической частоты свободного фотона совпадает с формулой для циклической частоты свободных электромагнитных колебаний идеального электрического колебательного контура.

Из (52) и (53), с учетом (51), следует

$$L = R \cdot \frac{1}{\omega} = \frac{R}{2\pi\nu} , \quad (55)$$

$$C = \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{\omega} = \frac{1}{2\pi\nu \cdot R} . \quad (56)$$

С учётом формулы для циклической частоты фотона

$$\omega = \frac{c}{r} \quad (57)$$

формулы (55) и (56) примут вид

$$L = \frac{R}{c} \cdot r , \quad (58)$$

$$C = \frac{1}{Rc} \cdot r , \quad (59)$$

$r$  – характерный размер фотона.

С другой стороны, выражения для индуктивности ( $L$ ) и ёмкости ( $C$ ) ЭМ кванта в вакууме должны содержать магнитную ( $\mu_0$ ) и электрическую ( $\epsilon_0$ ) постоянные. С учетом этого из анализа размерностей следует, что они должны иметь следующий вид:

$$L = K_L \mu_0 \cdot r \quad , \quad (60)$$

$$C = K_C \varepsilon_0 \cdot r \quad . \quad (61)$$

Здесь  $K_L$  и  $K_C$  есть безразмерные постоянные. Из сопоставления пар (58), (59) и (60), (61) следует

$$K_L = \frac{R}{\mu_0 c} \quad . \quad (62)$$

$$K_C = \frac{1}{\varepsilon_0 c R} \quad . \quad (63)$$

Поскольку правые части выражений (62) и (63) содержат лишь фундаментальные физические постоянные фотона, то левые части этих формул –  $K_L$  и  $K_C$  – являются фундаментальными безразмерными физическими постоянными индуктивности и ёмкости фотона.

Найдём произведение  $K_L$  и  $K_C$ .

$$K_L \cdot K_C = \frac{R}{\mu_0 c R \varepsilon_0 c} = \frac{1}{\mu_0 \varepsilon_0 c^2} \quad . \quad (64)$$

Известна формула для квадрата скорости фотона в вакууме

$$c^2 = \frac{1}{\mu_0 \varepsilon_0} \quad . \quad (65)$$

С учётом (65) из (64) следует

$$K_L \cdot K_C = 1 \quad . \quad (66)$$

Числовые значения констант ( $K_L$ ) и ( $K_C$ ) в системе СИ таковы:

$$K_L = \frac{R}{\mu_0 c} \approx 34,2581 \quad , \quad (67)$$

$$K_C = \frac{1}{K_L} \approx \frac{1}{34,2581} \approx 0,0291902 \quad . \quad (68)$$

Из анализа размерностей следуют выражения для емкости и индуктивности фотона

$$L = K_1 \cdot \frac{b}{I} \quad , \quad (69)$$

$$C = K_1 \cdot \frac{e}{U} \quad . \quad (70)$$

С учетом (23), (24) и (48) формулы (69) и (70) примут вид

$$L = \frac{K_1}{K} \cdot \frac{R}{v} \quad , \quad (71)$$

$$C = \frac{K_1}{K} \cdot \frac{1}{vR} \quad . \quad (72)$$

Сопоставляя (71) и (72) с (55) и (56), получим формулу связи между константами  $K$  и  $K_1$

$$\frac{K_1}{K} = \frac{1}{2\pi} \quad . \quad (73)$$

Для нахождения числового значения какой-либо константы (**K** или **K<sub>L</sub>**) необходимы эмпирические данные.

Дополнение таблицы 3 оформлено в виде таблицы 5. В табл. 5 представлены формулы для расчёта физических параметров фотона в вакууме и приведены результаты расчёта физических параметров фотона частотой  $\nu = 6 \cdot 10^{14}$  Гц.

### 7. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ ПОСТОЯННЫМИ

С учетом (14) формуле (48) можно придать вид

$$R = \frac{b}{e} = \frac{2be}{2e^2} = \frac{h}{2e^2} = \frac{1}{G} ,$$

$$R = \frac{b}{e} = \frac{h}{2e^2} = \frac{1}{G} , \quad (74)$$

или

$$G = \frac{1}{R} = \frac{2e^2}{h} = \frac{1}{12906 \text{ Ом}} = 7,748 \cdot 10^{-5} \text{ См.} \quad (75)$$

**G** – фундаментальная квантовая константа проводимости Ландауэра [7].

Эмпирически установлено, что величины **R** и **G** имеют квантовый характер, причем, величина **R = 12906 Ом** используется в качестве эталонного значения сопротивления [7].

Известна формула «волнового сопротивления среды» (**R<sub>волн</sub>**) [5].

$$R_{\text{волн}} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \approx 376,734 \text{ Ом.} \quad (76)$$

Между этой константой и реактивным сопротивлением фотона (**R**) существует функциональная связь. Найдём её.

Разделим (71) на (72), получим:

$$R = \sqrt{\frac{L}{C}} . \quad (77)$$

Подставляя (60) и (61) в (77), с учетом (66) получим

$$R = \sqrt{\frac{K_L \mu_0 \gamma}{K_C \epsilon_0 \gamma}} = \sqrt{\frac{K_L}{K_C}} \cdot R_{\text{волн}} = \sqrt{\frac{K_L^2}{K_C K_L}} \cdot R_{\text{волн}} = K_L \cdot R_{\text{волн}} ,$$

$$R = K_L \cdot R_{\text{волн}} . \quad (78)$$

Подставляя (67) и (76) в (78), получим

$$R = 34,2581 \cdot 376,734 \approx 12 \text{ 906 Ом,} \quad (79)$$

что соответствует полученному выше числовому значению **R** – см. (50).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Введены новые понятия и физические величины (элементарный луч фотонов, излучатель элементарного луча фотонов, луч фотонов, характерный размер фотона, реактивное сопротивление фотона и др.).

Показано, что механические характеристики фотона (энергия, импульс, кинетическая масса и собственный момент импульса) имеют электродинамическую природу.

Установлено, что формулы электродинамических характеристик фотона обладают симметрией электрических и соответствующих им магнитных величин.

Выявлены новые постоянные физические величины, характеризующие фотон: реактивное сопротивление (**R**) и безразмерные константы **K<sub>L</sub>**, **K<sub>C</sub>**. Установлены функциональные связи между фундаментальными физическими постоянными (реактивным сопротивлением **R**, квантовой постоянной проводимости **G**, волновым



сопротивлением  $R_{\text{волн}}$  и безразмерной постоянной индуктивности фотона  $K_L$ ).

Получены формулы для расчета электродинамических характеристик фотона, элементарного луча фотонов, излучателя элементарного луча фотонов и луча фотонов.

Выведена формула коэффициента полезного действия светодиода.

Полученные результаты соответствуют эмпирическим данным и могут быть использованы при разработке изделий, излучающих фотоны (светодиодов, лазеров и др.).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алеманов, С.Б. Волновая теория строения элементарных частиц / С.Б. Алеманов. – М.: БИНАР, 2011. – 104 с. – Режим доступа: <http://alemanow.narod.ru>
2. Неграш, А.С. Понятийный аппарат динамики специальной теории относительности А. Эйнштейна / А.С. Неграш // Наука и мир. – 2015. – № 10 (26). Vol. I. – С. 19-35. – Режим доступа: [http://scienceph.ru/d/413259/d/scienceandworldno10\(26\)octobervol.i\\_0.pdf](http://scienceph.ru/d/413259/d/scienceandworldno10(26)octobervol.i_0.pdf)
3. De Broglie L. – Compt. Rend., 1923, v. 177, p.507-548.
4. Plank M. – Verhandl. Deutsch. Phys. Geselsch., 1900, Bd 2, S 163.
5. <https://bigenc.ru/physics/text/1926382>
6. <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Светодиод>
7. <https://studopedia.org/2-144294.html>
8. [https://studopedia.ru/3\\_168185\\_volnovoe-soprotivlenie.html](https://studopedia.ru/3_168185_volnovoe-soprotivlenie.html)
9. [https://youtu.be/POB8o\\_CqijI](https://youtu.be/POB8o_CqijI)

#### ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 2

#### ОБОЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

$\epsilon_0$	электрическая постоянная
$\mu_0$	магнитная постоянная
$\Phi_{D \min} = e$	квант потока ( $\Phi_D$ ) электрического смещения ( $\vec{D}$ )
$\Phi_{B \min} = \Phi_0 = b$	квант потока ( $\Phi_B$ ) магнитной индукции ( $\vec{B}$ )
$L_{\min} = \frac{\hbar}{2}$	минимальный собственный момент импульса стабильного физического объекта
$\hbar$	постоянная Планка
$L_{\text{ЭМК}} = \hbar = \frac{h}{2\pi}$	собственный момент импульса ЭМК, постоянная Планка (с чертой), постоянная Дирака
$\nu$	частота ЭМК
$\omega = 2\pi\nu$	циклическая (круговая) частота ЭМК
$c$	скорость ЭМК
$U$	электродвижущая сила ЭМК
$I$	сила тока смещения ЭМК
$p_n = IS$	модуль вектора магнитного момента ЭМК
$p_э = US$	электрический аналог модуля вектора магнитного момента ЭМК
$E_э$	средняя электрическая энергия ЭМК
$E_n$	средняя магнитная энергия ЭМК
$E$	полная энергия ЭМК
$P$	выходная мощность излучателя луча фотонов
$p$	модуль импульса ЭМК
$m$	кинетическая масса ЭМК
$\lambda$	длина волны ЭМК
$r$	характерный размер ЭМК
$S$	характерная площадь ЭМК
$X_L$	индуктивное сопротивление ЭМК
$X_C$	емкостное сопротивление ЭМК
$R$	реактивное сопротивление ЭМК
$C$	ёмкость ЭМК
$L$	индуктивность ЭМК

Таблица 3

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОНА В ВАКУУМЕ				
		Электрические ←	→ Магнитные	
		Электромагнитные		
1	C o n s t	$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{М}}$	$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = v\lambda = \omega r$ $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} =$ $= 1,257 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$
		$e = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	$h = 2\pi\hbar_1 = 2be$ $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Вб} \cdot \text{Кл}$ $\hbar = 1,055 \cdot 10^{-34} \text{ Вб} \cdot \text{Кл}$ (Дж · с)	$b = 2,067835 \cdot 10^{-15} \text{ Вб}$
		Электрические*	Магнитные*	
2*		$U = 2,482 \text{ В}$ $p_3 = 4,931 \cdot 10^{-14} \text{ Вм}^2$ $E_3 = 1,988 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	$U = Kbv$ ↔ $I = Kev$ $p_3 = US = KbvS$ ↔ $p_H = IS = KevS$ $E_3 = \frac{eU}{K} = bev$ ↔ $E_H = \frac{bI}{K} = bev$	$I = 1,9224 \cdot 10^{-4} \text{ А}$ $p_H = 3,820 \cdot 10^{-19} \text{ А} \cdot \text{м}^2$ $E_H = 1,988 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
		3 Электромагнитные		
Х А Р А К Т Е Р И С Т И К А  Ф О Т О Н А	Формула		Результат вычисления по формуле*	
	Энергия	$2bev = 2 \frac{eU}{K} = 2E_3 = E = E_H + E_3 = 2E_H = 2 \frac{bI}{K} =$ $= 2bev$	$E = 3,976 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	
	Мощность	$P = Ev = hv^2 = 2bev^2 = \frac{2UI}{K^2}$	$P = 2,386 \cdot 10^{-4} \text{ Вт}$	
	Импульс	$2eU \cdot \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} = p = \frac{E}{c} = 2bI \cdot \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$	$p = 1,326 \cdot 10^{-27} \frac{\text{Кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$	
	Масса	$\frac{2eU}{c^2} = m = \frac{E}{c^2} = \frac{2bI}{c^2} = \frac{2bev}{c^2}$	$m = 4,424 \cdot 10^{-36} \text{ кг}$	
	Длина волны	$\lambda = \frac{c}{v} = \frac{h}{p} = \frac{hc}{E} = \frac{2be}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} \cdot E}$	$\lambda = 4,997 \cdot 10^{-7} \text{ м}$	
	Характерный радиус	$r = \frac{c}{\omega} = \frac{\lambda}{2\pi}$	$r = 7,953 \cdot 10^{-8} \text{ м}$	
	Частота	$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{\omega}{2\pi}$	$v = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$	
Характерная площадь	$S = \pi r^2$	$S = 1,987 \cdot 10^{-14} \text{ м}^2$		

\*) Вычисления в строках 2 и 3 таблицы выполнены для  $v = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$  и  $K = 2$ .

↔ – аналогия между электрическими и магнитными величинами

Таблица 4

ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕТОДИОДОВ

Цвет излучения светодиода [6]	Длина волны $\lambda$ , нм [6]	Частота $\nu$ , Гц	$2bv$ , В	Напряжение на светодиоде $U_{\text{элп}}^e$ , В [6]	$\eta = \frac{2bv}{U_{\text{элп}}^e}$
Инфракрасный	≈ 760	$3,945 \cdot 10^{14}$	1,628	≈ 1,89	0,861
Красный	685	$4,376 \cdot 10^{14}$	1,809	1,83	0,988
Оранжевый	600	$4,996 \cdot 10^{14}$	2,063	2,07	0,997
Жёлтый	580	$5,169 \cdot 10^{14}$	2,137	2,14	0,998
Зелёный	535	$5,604 \cdot 10^{14}$	2,315	2,95	0,784
Синий	475	$6,311 \cdot 10^{14}$	2,608	3,09	0,844
Фиолетовый	425	$7,054 \cdot 10^{14}$	2,915	3,40	0,857
Ультрафиолетовый	≈ 400	$7,495 \cdot 10^{14}$	3,101	≈ 3,75	0,826

Таблица 5

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОНА В ВАКУУМЕ (дополнение таблицы 1)				
		Электрические	Электромагнитные	Магнитные
1	C o n s t	$X_C = \frac{1}{\omega C} = R$	$R = \frac{U}{I} = \frac{b}{e} = 12906,4 \text{ Ом}$	$X_L = \omega L = R$
		$K_C = \frac{1}{\varepsilon_0 c R} = 0,0291902$	$K_L \cdot K_C = 1$	$K_L = \frac{R}{\mu_0 c} = 34,2581$
		Электрические	← →	Магнитные
2*		$C = 2,055 \cdot 10^{-20} \text{ Ф}$	$C = K_C \varepsilon_0 r$ ← →	$L = K_L \mu_0 r$
3	Электромагнитные			Результат вычисления по формуле*
	Формула			
$\sqrt{\frac{L}{C}} = R ; v = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} ; \omega = 2\pi v = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{RC} = \frac{R}{L}$				$\omega = 3,770 \cdot 10^{15} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$

\*) Вычисления выполнены для  $\nu = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ .

← → – аналогия между электрическими и магнитными величинами

Материал поступил в редакцию 03.12.18.

## PHOTON'S PHYSICAL CHARACTERISTICS. NEW FUNDAMENTAL PHYSICAL CONSTANTS, CHARACTERIZING PHOTON

A.S. Negrash<sup>1</sup>, I.A. Golovin<sup>2</sup>, T.S. Mudinov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, Expert, <sup>2</sup> 1<sup>st</sup> year Student, <sup>3</sup> Student in Grade 11

<sup>1</sup> Education Department of Lobnya Administration,

<sup>2</sup> Moscow State University of Food Production,

<sup>3</sup> Secondary General School No. 3 in Lobnya, Russia

**Abstract.** We consider the functional relationship between the photon's physical characteristics, in particular, between the dynamic and electrodynamic characteristics. New photon characteristics are introduced, new fundamental physical constants, characterizing the photon, are revealed. The paper may be of interest to high school students, students, teachers of physics and those, who are interested in methods of solving problems of physics.

**Keywords:** analogue of the idea of Democritus, quantum of physical quantity, electromagnetic quantum, elementary beam of photons, electrodynamic characteristics of photon, reactance of photon, typical size of photon.

УДК 004.942:665.76

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫМ ПРОЦЕССОМ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СМАЗОК

О.Г. Новикова, старший преподаватель

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Россия

***Аннотация.** Обоснована актуальность разработки и особенности проектирования интегрированной системы управления и обучения для процесса получения промышленных смазок. Предложена методика расчёта тепловых полей термоблока в производстве промышленных смазок. Рассчитанное тепловое поле термоблока в общей структуре системы автоматизированного управления позволит в режиме реального времени повысить качество выпускаемых смазок за счет оптимально подобранной длины змеевика. А также даст возможность отслеживать температуру протекания процесса по всей длине трубы, что будет способствовать предотвращению нештатных ситуаций.*

***Ключевые слова:** промышленные смазки, термоблок, тепловое поле.*

Производство масел и смазок – это сложный наукоемкий процесс, для которого характерно изменчивость рецептуры исходного сырья и показателей технических характеристик ведения процесса ( $\tau$ ,  $T$ ,  $P$  и др.), при неизменных технических показателей готового продукта. При разработке системы управления и обучения требуется глубокое изучение не только технологического процесса производства, но и решение смежных задач из области теплофизики и кристаллографии, т.к. эти продукты нельзя отнести к простым смесям или химическим соединениям, для которых характерна ярко выраженная энергия связи. Аттестация готовой продукции по физико-химическим показателям не гарантирует ее качества. Дополнительно включают трибологические испытания, результаты которых требуют внесения изменений в регламент. Поэтому разрабатываемая система включает в себя подсистему поддержки принятия решений в виде комплекса средств автоматизации, математического, программного и информационного обеспечений.

Процесс производства масел и смазок многостадийен, поэтому для каждой стадии решается задача локального управления и обучения пользователя.

- Локальное управление стадией выбора рецептуры;
- Локальное управление стадией обезвоживания мыльной основы;
- Локальное управление стадией термообработки расплава смазки;
- Локальное управление стадией гомогенизации готовой продукции.

### Управление стадией выбора рецептуры

Важным этапом в производстве промышленных смазок является выбор рецепта, так как многие смазки могут быть продуктом реализации не одного, а нескольких альтернативных рецептов. Критерием выбора оптимального рецепта является минимальная стоимость сырьевых смазочных материалов, необходимых для приготовления смазки. Для решения данной задачи была разработана экспертная система (ЭС).

Входная информация, вводимая при помощи интерфейса технолога, представляет собой название и количество смазки, которую необходимо произвести. ЭС обращается к таблице в БД, которая содержит рецепты всех производимых смазок с указанием массовых долей каждого компонента, входящего в рецептуру, и выбирает все возможные рецепты данной смазки. Далее ЭС рассчитывает необходимое количество каждого компонента в каждом из рецептов, путем умножения процентного содержания каждого из компонентов на количество смазки.

Если существует только один рецепт, то ЭС обращается к таблице основной БД, которая представляет собой список всех компонентов, используемых в производстве и их количество на складе и в резервуарном парке. Если в наличии имеются все компоненты рецепта в необходимом количестве, то ЭС выдает рекомендацию, которая содержит рецепт приготовления смазки.

Если существует несколько рецептов, то ЭС, обращаясь к БД, выбирает такой из рецептов, компоненты которого имеются на складе в необходимом количестве. Если такой рецепт один, то ЭС выдает рекомендацию, которая содержит рецепт приготовления смазки.

Если таких рецептов несколько, то ЭС посылает запрос при помощи интерфейса коммерческого директора о том, какой из рецептов дешевле производить. Коммерческий директор, анализируя ценовую БД, выбирает более дешевый рецепт и сообщает об этом ЭС. ЭС выдает рекомендацию, которая содержит рецепт приготовления смазки.

Представление знаний в данном блоке ЭС основано на продукционной модели представления знаний. Блок ЭС выдачи рекомендаций по выбору оптимальной рецептуры обеспечивает вывод рекомендации, какой рецепт целесообразно использовать при производстве указанной смазки.

### Управление стадией обезвоживания

Решение задачи сводится к выбору наилучшего способа воздействия для получения смеси с необходимым процентным содержанием воды.

1) Необходимо представить имеющиеся исходные данные в математической форме в виде зависимости:

$$C = f(t)$$

где  $C$  – содержание воды в смеси в %.

2) Выполнить механизм подбора однотипных уравнений, описывающих динамику из ретроспективной базы данных:

$$t=f(V,TYPE,METHOD)$$

где:  $t$  – время воздействия,  $V$  – объем изготавливаемой смеси,  $TYPE$  – тип смазки,  $METHOD$  – метод воздействия (испарение с открытой крышкой реактора без дополнительных воздействий; подогрев; наложение давления; подогрев и наложение давления).

3) Рассчитать время по каждому воздействию.

4) Учитывая поставленные специалистами (главного энергетика, коммерческого директора, технолога, заказчика) ограничения  $G(E,K,T,Z)$ , осуществить выбор способа воздействия.

При структурном синтезе в качестве критериев выбора наилучшей ММ используются:

1) Совпадение наименований смазок.

2)  $\min \sum_{i=1}^n |Y_i - F_j(X_i)|$  – минимум суммы отклонений в узловых точках экспериментальных и вводимых данных.

3)  $\min \Phi$  – минимум экономических затрат

где:  $F_j()$  – математическое описание  $j$ -ой структуры анализов;

$j=1 - N_m$ ,  $N_m$  – количество ММ в базе данных, шт.;

$X_i$  – время  $i$ -го анализа по вводимым данным, час;

$Y_i$  – содержание воды  $i$ -го анализа по вводимым данным, %;

### Управление процессом термообработки

Задача разрабатываемого математического обеспечения – построение математической модели с распределенными параметрами теплового поля. Эта модель позволит рассчитать температуру смеси компонентов в любой точке змеевика в любой момент времени. Анализ теплового поля позволит рассчитать скорость диффузии, при которой обеспечивается равномерная концентрация компонентов, входящих в рецептуру смазки.

Создание математической модели необходимо для решения нескольких задач. При интеграции данной модели в общую структуру системы автоматизированного управления технологическим процессом будет осуществляться мониторинг и процедура поддержки принятия решений для технолога, отвечающего за качество смазки. Использование математической модели данной стадии (стадии термодиффузии) или совокупности математических моделей, эмулирующих весь технологический процесс для исследовательских целей, позволит проводить проектирование комплекса оборудования при строительстве новых цехов и создании новых производств смазочных материалов. Возможно использование системы автоматизированного управления для ретроспективы событий – при возникновении на производстве нештатных ситуаций системой моделируется эта ситуация и проводится всесторонний анализ, позволяющий понять, при каких условиях могла возникнуть такая ситуация [2].

Постановка задачи: используя разработанную математическую модель при заданном наборе входных параметров  $X = \{C_p, d_{зм}, d_{ср}, K, T_2, T_1^{(0)}, L, C^{(0)}, D_R, D_L\}$ , требуется рассчитать такое значение длины змеевика  $L$ , которое обеспечивает на выходе из теплообменника однородную смесь компонентов, которая достигается равенством концентрации по объему теплообменника.

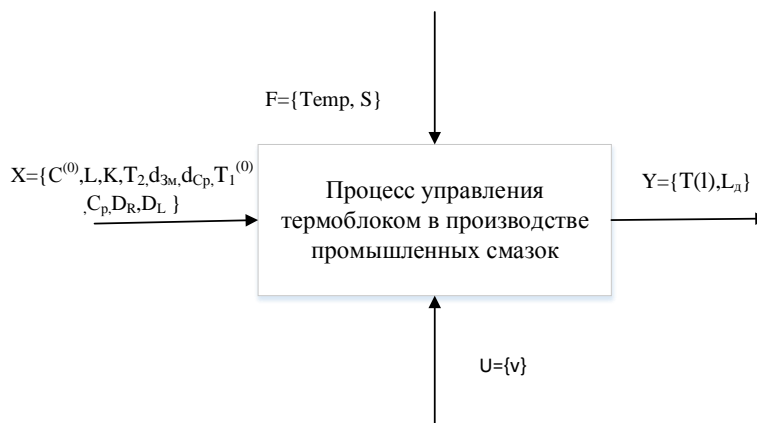


Рисунок 1. Формализованное описание процесса термообработки как объекта управления

Таблица 1

**Перечень параметров и показателей процесса**

Вектор	Параметры и показатели
Вектор входных параметров X	$C_p$ – Удельная теплоемкость смазки, (Дж/кг*К) $d_{3m}$ – Диаметр витка змеевика, (м) $d_{cp}$ – Диаметр трубы змеевика, (м) $K$ – Коэффициент теплопередачи, (Вт/м <sup>2</sup> *К) $T_2$ – Температура теплоносителя, (К) $T_1^{(0)}$ – Температура потока на входе в аппарат, (К) $L$ – Длина трубы, (м) $C^{(0)}$ – Концентрации компонентов в смеси, (моль/м <sup>3</sup> ) $D_R, D_L$ – Коэффициенты диффузии, (м <sup>2</sup> /с)
Вектор возмущающих воздействий F	Temp – Колебания температуры в помещении, где расположен термоблок, которые нельзя учесть; S – Состав примесей в исходных компонентах для варки смазки.
Вектор управляющих воздействий U	$v$ – Расход потока компонентов смазки, (кг/с)
Вектор выходных параметров Y	$T(l)$ – Температура потока по длине трубы, (К) $L_d$ – Необходимая длина трубы (м)

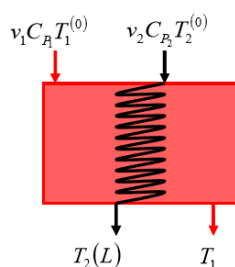


Рисунок 2. Змеевиковый теплообменник

Представленная схема на рисунке 2 змеевикового теплообменника включает в себя два потока теплоносителей – поток в резервуаре с начальной температурой (на входе в аппарат)  $T_1^{(0)}$ , конечной температурой (на выходе)  $T_1$ , расходом  $v_1$ , теплоёмкостью  $C_{p1}$  и поток в змеевике с начальной температурой (на входе в аппарат)  $T_2^{(0)}$ , конечной температурой (на выходе)  $T_2(L)$ , расходом  $v_2$ , теплоёмкостью  $C_{p2}$ . Длина змеевика обозначена  $L$ .

Для решения уравнения применяется метод сеток.

$$C_{i,j} = \frac{-U * r * b^2 * a + 2 * r * Dr * a^2 + Dr * a^2 * b}{2 * r * (2 * Dr * a^2 + 2Dl * b^2)} C_{i+1,j} + \frac{U * r * b^2 * a + 2 * r * Dr * a^2 + Dr * a^2 * b}{2 * r * (2 * Dr * a^2 + 2Dl * b^2)} C_{i-1,j} + \frac{Dl * b^2}{2 * Dr * a^2 + 2Dl * b^2} C_{i,j+1} + \frac{Dl * b^2}{2 * Dr * a^2 + 2Dl * b^2} C_{i,j-1}$$

Условие окончания расчетов  $\varepsilon = 0.0001$  – разность значений между двумя соседними шаблонами. В результате решения уравнения формируется поверхность теплового поля в термоблоке, пример которого представлен на рисунке 3.

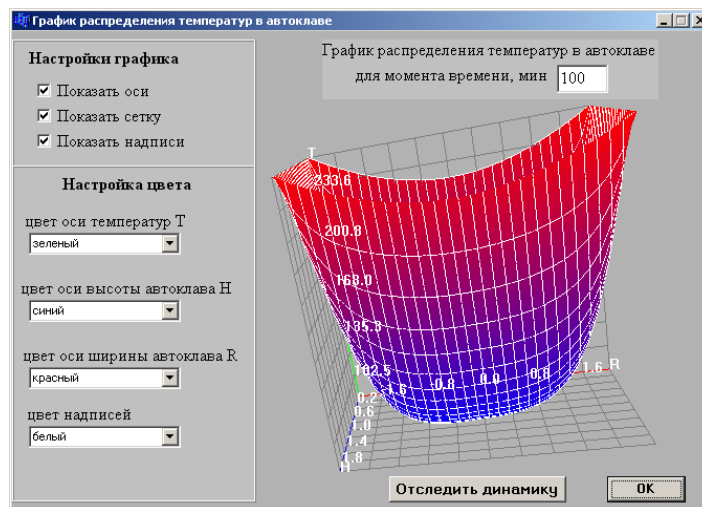


Рисунок 3. Графическое представление распределения температур в автоклаве (термоблоке)

### Управление стадией гомогенизации

Гомогенизация является неотъемлемой операцией технологических процессов получения смазочных материалов. Этот процесс проводят при повышенном давлении. При таких условиях смазка уплотняется и изменяет свои свойства. Гомогенизация смазки завершает образование ее структуры. Она заключается в интенсивном механическом воздействии на смазку. Простейшим гомогенизатором являются трехвальцовые краскотерки, в которых через зазоры между вращающимися вальцами пропускается смазка. Более эффективны клапанные и роторно-щелевые гомогенизаторы, в которых смазка пропускается с большой скоростью под давлением через малые регулируемые зазоры.

С целью оценки влияния давления на показатели пенетрации, коллоидной стабильности и предела прочности на сдвиг была проведена серия экспериментов с различными смазками. С повышением давления гомогенизации качественные показатели смазки меняются. Предел прочности увеличивается, пенетрация уменьшается, коллоидная стабильность повышается. Интенсивно изменения происходят до давления 140-150 кгс/см<sup>2</sup>. При давлении гомогенизации 170-190 кгс/см<sup>2</sup> эти показатели изменяются незначительно, т.е. процесс изменения качества замедляется. Знание математических зависимостей качественных показателей позволяют с помощью средств автоматизации оперативно выдавать технологу рекомендацию о выборе оптимального режима гомогенизации. В результате регрессионного анализа экспериментальных данных сформирована библиотека математических моделей для 32 смазок, где каждая смазка представлена 6 уравнениями вида:

$$Y = A_n x^n + A_{n-1} x^{n-1} + \dots + A_1 x + A_0$$

Средняя погрешность при оценке адекватности моделей составляет

$$\sum \frac{n |Y_{\text{экс}} - Y_{\text{расч}}|}{\dots} * 100\% \approx 4\%$$

На основании исходных данных происходит структурный и параметрический синтез уравнений, а результаты включают в ретроспективную базу данных.

Выводы: Приведенные теоретические и экспериментальные исследования процессом испарения, термообработки, гомогенизации для процесса получения промышленных масел и смазок позволили:

- разработать модули поддержки принятия решений на этих стадиях, позволяющие обеспечить согласованную работу нескольких специалистов, что привело к сокращению цикла производства;
- иметь возможность прогнозировать технологические параметры;
- за счет возможности управления конфигурацией температурных полей, получить ожидаемую структуру смазок, что существенно снижает себестоимость и повышает качество продукции.

Данная работа прошла апробацию на двух предприятиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 12-е изд., стереотип. / А.Г. Касаткин. – М.: Альянс, 2006. – 750 с.
2. Новиков, Г.А. Постановка задачи расчета тепловых полей термоблока для непрерывного процесса получения промышленных смазок / Г.А. Новиков, О.Г. Новикова, А.А. Кривобокова // Сборник статей научно-информационного центра «Знание» по материалам XXVII международной научно-практической конференции: «Развитие науки в XXI веке», 1 часть. – Харьков, 2017. – с. 52-57.

*Материал поступил в редакцию 24.11.18.*

#### AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF CONTINUOUS PROCESS OF PRODUCING INDUSTRIAL LUBRICANTS

**O.G. Novikova**, Senior Lecturer  
Saint-Petersburg State Institute of Technology, Russia

***Abstract.** The relevance of the development and design features of an integrated control and teaching system for the process of producing industrial lubricants is substantiated. We suggest the method for calculating the thermal fields of a thermal block in the production of industrial lubricants. The calculated thermal field of the thermal block in the overall structure of the automatic control system will allow real-time improvement of the quality of the lubricants produced due to the optimally selected length of the coil. It will also provide an opportunity to monitor the process temperature throughout the length of the pipe, that will help to prevent abnormal situations.*

***Keywords:** industrial lubricants, thermal block, thermal field.*



УДК 331.453//614.61

**ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО  
СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА РАБОТНИКОВ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА****С.А. Бекеева<sup>1</sup>, Г.А. Еселханова<sup>2</sup>, Л.К. Жанкулова<sup>3</sup>**<sup>1</sup> кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории регламентации,<sup>2</sup> кандидат биологических наук, и.о. заместителя генерального директора по научной работе,<sup>3</sup> руководитель лаборатории регламентации в области охраны труда

РГКП Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда

Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан (Астана), Казахстан

***Аннотация.** Статья посвящена актуальной проблеме, связанной с профессиональной деятельностью и оценками рисков для здоровья работников. Дана оценка условий труда и функционального состояния организма работников технического обслуживания железнодорожного транспорта, разработаны рекомендации, направленные на управление рисками в области охраны труда, предложены пути применения результатов исследования для управления рисками рабочей среды и трудового процесса.*

***Ключевые слова:** функциональная система организма, профессиональный риск, здоровье работников, предприятие, система управления охраной труда.*

Согласно данным Международной организации труда, по причинам, связанным с трудовой деятельностью, ежегодно погибает около двух миллионов человек, около 160 миллионов человек по всему миру страдают от заболеваний, связанных с трудовой деятельностью [6].

Цель – оценка функционального состояния работников в зависимости от условий труда и степени профессионального риска на предприятии технического обслуживания железнодорожного транспорта.

Оценка профессионального риска по показателям вредности условий труда проводилась согласно Методике, разработанной РГКП «РНИИОТ МТСЗН РК» [2]. Оценка функционального состояния работников от условий труда, степени профессионального риска, адаптационных возможностей, проведена расчетно-экспериментальным методом по методике Баевского Р.М. в соавт. [1, 5].

Оценка профессионального риска, рассмотренная по 5\*-ти основным показателям, и вредности условий труда показало, что у 24 должностей и профессии производственного и вспомогательного персонала, установлена 1 степень риска у работников 2-х профессии (8 %) – допустимый риск; 2 степень – 18 профессий (75 %) – низкий риск; 3 степень – 4 профессии (17 %) – средний риск. Профессиональный риск 2 и 3 степени был установлен у слесаря по ремонту подвижного состава, электрогазосварщика и слесаря – медника, а по результатам условий труда установлен класс – 3.1 (вредный), температура воздуха рабочей зоны превышает ПДУ и приравнивается к классу 3.1, тяжесть и напряженность труда, фиброгенные излучения – (3.2), (3.1) – соответственно.

Оценка функционального состояния работников в зависимости от условий труда представлены в сравнительном аспекте со степенью профессионального риска. Общая численность участников исследования составило 10 работников 3-х профессии, мужского пола в возрасте от 32 до 62 лет. Так, удовлетворительная адаптация была выявлена у аккумуляторщика, неудовлетворительная – у мастера смены, срыв – у слесаря по ремонту подвижного состава. Нарушение адаптационных механизмов у мастера смены, возможно, вызвано воздействием повышенного нервно-эмоционального напряжения и неблагоприятного микроклимата, подтвержденных результатами аттестации (3.1). Оценка срыва адаптации у слесаря связана с реакцией организма на повышенное нервно-эмоциональное напряжение (3.1), мышечную нагрузку (3.2), также на повышенную концентрацию пыли, окиси углерода и диоксида азота, что требует более детального обследования, установления диагноза возможных заболеваний и осуществления лечебных мероприятий.

Известно, что срыв адаптации характеризуется гомеостатическими нарушениями, проявляющимися изменениями функционирования основных систем организма, также характерные при неудовлетворительной адаптации и наиболее ярко проявляются в стадии истощения адаптационных механизмов [3, 4].

Сравнительный анализ оценки функционального состояния работников в возрастном аспекте (4 возрастных групп) и с учетом стажа представлены в таблице 1. Так, для работников I-ой группы характерна удовлетворительная адаптация, тогда как II, III и IV групп напряжение механизмов и неудовлетворительная адаптация составили 11,1 - 33,3 % соответственно. Срыв адаптации наблюдается у работников в возрасте от 53 до 62 лет.

**Зависимость степени адаптации к условиям среды от возраста работников технического обслуживания железнодорожного транспорта, в %**

Возрастные группы	Количество обследованных	Группы функционального состояния			
		1 – удовлетворительная адаптация	2 – напряжение механизмов адаптации	3 – неудовлетворительная адаптация	4 – срыв адаптации
I-гр.31 – 40 лет	1	100% (1 чел.)	-	-	-
II- гр.41 – 50 лет	3	33,3% (1чел.)	33,3% (1чел.)	33,4% (1 чел.)	-
III-гр.51 – 60 лет	5	-	-	40% (2 чел.)	60% (3 чел.)
IV- гр.61-70 лет	1				100%(1 чел.)
ИТОГО	10	20% (2чел.)	10% (1 чел.)	30% (3 чел.)	40% (4 чел.)

Анализ зависимости функционального состояния работников от условий труда показал, что срыв адаптации установлен у слесарей по ремонту подвижного состава в возрасте 53-62 лет со стажем работы 16-40 лет, тогда как у слесарей в возрасте 38 и 47 лет со стажем работы 12-20 лет установлена удовлетворительная адаптация. Возможно, негативное воздействие вредных производственных факторов, своевременно выявленных при оценке профессионального риска, являются кратковременными, вследствие чего организм может сохранить удовлетворительную адаптацию. У 57-летнего слесаря со стажем работы 37 лет функциональное состояние соответствует неудовлетворительной адаптации (3,36 баллов). Возможно, данный показатель свидетельствует об уменьшении адаптационных резервов и усилении реакции организма на условия производственной среды.

Таким образом, исследование функционального состояния работников технического обслуживания железнодорожного транспорта показало, что нарушение адаптационных механизмов ярко проявляется на фоне вредных и опасных факторов производственной среды и соответственно приводит к высокой степени профессионального риска. С возрастом и с увеличением стажа работы у работников проявляется ухудшение функционального состояния организма, что приводит к неудовлетворительной адаптации либо к ее срыву и высокой степени профессионального риска.

Рекомендуется провести профилактические мероприятия по оздоровлению работников данной категории. Для работников профессий слесарей и аккумуляторщиков необходимо обеспечить целенаправленные оздоровительные и профилактические мероприятия по повышению защитных свойств организма, так как неудовлетворительная адаптация работников к условиям трудового процесса характеризуется более выраженными изменениями функциональных возможностей организма. При правильном проведении профилактических мер неудовлетворительная адаптация к условиям трудового процесса у работников достаточно быстро восстанавливается.

#### Примечание

5\*: 1 – Оценка вредности условий труда; 2 – Оценка травмоопасности условий труда (опасности производственных факторов); 3 – Оценка безопасности производственного оборудования; 4 – Оценка обеспеченности СИЗ; 5 – Оценка риска заболеваемости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский, Р.М. Оценка уровня здоровья при исследовании практически здоровых людей / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, Е.С. Лучицкая и др. – М.: Фирма «Слово», 2009. – 100 с.
2. Бисакаев, С.Г. Методические рекомендации по внедрению системы управления профессиональными рисками на предприятии / С.Г. Бисакаев, Ш.К. Абикенова, Ж.Х. Есбенбетова. – ISBN 978-601-06-4724-4. – Астана: РГКП «РНИИОТ МТСЗН РК», 2017. – 84 с.
3. Есбенбетова, Ж.Х. Изучение взаимосвязи функционального состояния организма работников машиностроительной отрасли с условиями труда / Ж.Х. Есбенбетова, С.А. Бекеева. – Сб. Межд. конф. «Актуальные вопросы медицины труда в Казахстане «Хризотил и Здоровье». – Караганда, 2018. – С. 32.
4. Еселханова, Г.А. Система управления охраны труда на основе управления профессиональными рисками в Республике Казахстан / Г.А. Еселханова, С.А. Бекеева. – Сб. Межд. конф. «Актуальные вопросы медицины труда в Казахстане «Хризотил и Здоровье». – Караганда, 2018. – С. 32-33.
5. Коротков, Н.С. К вопросу о методах исследования кровяного давления / Н.С. Коротков // Известия Императорской Военно-медицинской академии. – 1905. – Т. 11. – С. 365-367.
6. Руководство по системам управления охраной труда. МОТ-СЮТ 2001/ ILO-OSH 2001. Женева: Международное бюро труда, 2003.

Материал поступил в редакцию 26.11.18.

**ESTIMATION OF LABOUR CONDITIONS AND FUNCTIONAL STATE  
OF THE WORKERS' ORGANISMS OF TECHNICAL SERVICE OF RAILWAY TRANSPORT**

**S.A. Bekeyeva<sup>1</sup>, G.A. Yeselkhanova<sup>2</sup>, L.K. Zhankulova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Regulatory Laboratory,

<sup>2</sup> Candidate of Biological Sciences, Acting Deputy General Director for Scientific Work,

<sup>3</sup> Head of the Laboratory of Regulation in the Field of Labor Protection

Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection  
of the Population of the Republic of Kazakhstan (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** *The article deals with the actual issue of professional activities and the assessment of risks to the health of workers. An assessment of labor conditions and the functional state of the workers' organisms of technical service of railway transport is given, recommendations aimed at managing risks in the field of labor protection are developed, ways of applying the results of the study to managing risks of the working environment and the work process are proposed.*

**Keywords:** *body functional system, professional hazard, health of workers, enterprise, labor protection management system.*

УДК 331.44

## ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ РАБОТНИКОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.Г. Бисакаев<sup>1</sup>, Ж.Х. Есбенбетова<sup>2</sup>, Г.А. Еселханова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> доктор технических наук, академик, профессор, генеральный директор,

<sup>2</sup> магистр естественных наук, руководитель лаборатории исследования профессиональных рисков,

<sup>3</sup> кандидат биологических наук, и.о. заместитель генерального директора по научной работе

РГКП Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда

Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан (Астана), Казахстан

*Аннотация.* В настоящей статье обсуждены результаты оценки профессиональных рисков работников нефтехимической промышленности, выявленные в ходе проведенных исследований в рамках научно-технической программы.

*Ключевые слова:* профессиональный риск, оценка, вредность условий труда, травмоопасность условий труда, безопасность производственного оборудования, обеспеченность средствами индивидуальной защиты, риск заболеваемости.

В Послании Президента Республики Казахстан народу «Третья модернизация Казахстана: Глобальная конкурентоспособность» обозначен государственный вектор повышения уровня производительности труда, основным фактором которой является сокращение смертности, травматизма и профессиональных заболеваний [3].

В соответствии с Трудовым кодексом Республики Казахстан обязательным условием для выполнения работодателем является принятие мер по предотвращению любых рисков на рабочих местах и в технологических процессах путем проведения профилактики, замены производственного оборудования и технологических процессов на более безопасные (пп.1, п.2 ст.182); осуществление внутреннего контроля безопасности и охраны труда и принятие незамедлительных мер по устранению выявляемых нарушений (ст.201) [4].

Несмотря на проводимые меры, в республике сохраняется высокая занятость работников во вредных и/или опасных условиях труда. По итогам 12 месяцев 2017 года из общей численности работников (5 871 025 чел.) каждый четвертый (22,3 % или 367 761 чел.) занят на неблагоприятных условиях труда [2].

На фоне снижения случаев производственного травматизма остается высоким уровень скрытого травматизма, при этом коэффициент частоты несчастных случаев в Казахстане (0,29) выше чем в развитых странах, а соотношение случаев травматизма со смертельным исходом к общему количеству несчастных случаев на производстве составляет 9 % [2].

В этой связи, Республикой Казахстан активно проводятся работы по переходу от компенсаторного механизма управления охраной труда к риск-ориентированному подходу для обеспечения безопасности и охраны труда.

С целью внедрения системы управления профессиональными рисками в Республике Казахстан, Республиканским научно-исследовательским институтом по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан была разработана «Методика оценки профессиональных рисков» [1], согласно которой по каждой профессии проводится оценка индивидуального и интегрального профессионального риска. Индивидуальный профессиональный риск рассчитывается на основе 5-ти показателей для работника отдельно взятой профессии, с учетом возможного воздействия вредных факторов производственной среды, травмоопасности трудового процесса, безопасности производственного оборудования, обеспеченности средствами индивидуальной защиты и влияния условий труда на заболеваемость работника.

С целью апробации настоящей методики была проведена оценка профессиональных рисков работников нефтехимической промышленности.

Профессиональные риски были оценены в разрезе трех категорий персонала: административно-управленческий, производственный и вспомогательный (рисунок 1).



Рисунок 1. Оценка ПР в разрезе категорий персонала

Наиболее характерную специфику профессиональных рисков можно проследить по результатам оценки у работников основного производства.

*Оценка вредности условий труда* была проведена на основании результатов аттестации по 154 профессиям. Установлено, что вредными неблагоприятными производственными факторами, характерными для основного производства, являются вредные химические вещества (углеводороды нефти), аэрозоль пыли, несоответствие гигиеническим требованиям уровня шума, освещенности, температуры, скорости ветра и влажности, также тяжести и напряженности трудового процесса. Больше всего вредному воздействию факторов производственной среды и трудового процесса подвергаются работники основных производственных подразделений: операторы технологических линий, товарного, машинисты гранулирования пластиковых масс, экструдера, резальных машин, конвертной машины, ткач, печатник флексографической печати и колорист. На основании анализа воздействия факторов в соответствии с гигиеническими нормативами по 28 профессиям основного производства 1 степень риска (допустимый риск) не установлена; 2 степень риска (низкий риск) установлена работникам 14-ти профессий (начальник производства установки МТБЭ, начальник, зам. начальника и механик, зав. складом производства по технологии участка концентрирования пропилен, машинисты технологических насосов, экструдера, резальных машин, конвертной машины); 3 степень риска (средний) у 14-и профессий (оператор технологических установок, механик производства установки МТБЭ, оператор товарный, слесарь-разливщик, начальник участка, начальник производства установки концентрирования полипропилена, оператор технологических установок и машинист технологических насосов); 4 степень риска (высокий) и 5 степень риска (очень высокий) не установлена.

*Оценка травмоопасности трудового процесса* работников основного производства показала, что из 28-ми 14-ти профессиям установлена 2 степень риска (низкий риск), 3-м профессиям – 3 степень риска (средний), 2-м профессиям – 4 степень риска (высокий) (оператор товарный факельного хозяйства, машинист экструдера), так как за отчетный период (2016г.) зафиксирован несчастный случай с тяжелым исходом; в связи с зарегистрированными групповыми несчастными случаями со смертельным исходом 3-м профессиям установлена 5 степень риска (очень высокий) оператору технологических установок, машинистам технологических насосов установки, гранулирования пластиковых масс.

*Оценка безопасности производственного оборудования* была проведена для выявления профессий (профессиональных групп), наиболее подверженных травмированию в результате воздействия производственного оборудования с учетом невыполнения требований (технического, эксплуатационного, документационного характера) к безопасности их эксплуатации и последствий для работника. Отметим, что ввиду того, что производственное оборудование используется только работниками основного и вспомогательного производства, оценка выполнения всех требований к безопасности производственного оборудования на рабочих местах была проведена только для профессий, задействованных в этих производствах. По результатам оценки безопасности

производственного оборудования установлено, что из 28 исследуемых профессий основного производства, 17 профессий установлена 2 степень риска. Из 67 профессий вспомогательного производства, 40 профессиям установлена 2 степень риска, 2 профессиям – 3 степень риска. В этой связи необходимо принятие неотложных мер по снижению степени риска путем модернизации производственного оборудования и/или технологического процесса.

*Оценка обеспеченности средствами индивидуальной защиты* каждой профессии определялась по следующим трём критериям: выдача СИЗ в соответствии с установленными нормами; наличие нормативно-учетной документации на выдачу СИЗ; наличие сертификатов качества СИЗ. Было выявлено, что все работники (100 %) обеспечены СИЗ, по каждому из которых имеются соответствующие нормативные документы. В этой связи, всем работникам 28 профессий основного производства и 67 профессий вспомогательного производства была установлена 1 степень риска.

*Оценка риска заболеваемости* была проведена с учетом трех критериев, учитывающих частоту заболеваемости, продолжительность временной нетрудоспособности из-за болезни, наличие хронических и профессиональных заболеваний. По 28 профессиям основного производства, на основании анализа 99 листов нетрудоспособности, были установлены случаи заболевания у 24 профессий. Подробный анализ и классификация с учетом перечисленных критериев показал, что 22 профессиям установлена 1 степень риска (допустимый), 2 степень риска (низкий) – 5 профессиям (машинист технологических насосов установки МТБЭ, оператор товарный участка приема метанола и оператор товарный производства полипропилена, водитель погрузчика). 3 степень риска (средний) – установлена работнику 1 профессии (энергетик), с диагнозом «остеохондроз позвоночника», повлекший нетрудоспособность с длительностью 19 дней. По основному производству 4 (высокий) и 5 (очень высокий) степень риска не установлен. Оценка риска заболеваемости по 67 профессиям вспомогательного производства была проведена на основании анализа 184 листов нетрудоспособности. В целом из 67 профессий 1 степень риска установлена работникам 59 профессий; 2 степень риска работникам 7 профессий (инженер по надзору за строительством, зав. складом, инженер по учету энергоресурсов, электрогазосварщик, мастер по ремонту, зам. начальника СБ, рабочий по комплексному обслуживанию и ремонту здания); 4 степень – 1 профессии (мастер участка). По вспомогательному производству профессии, которым установлена 3 (средний) и 5 степени риска (очень высокий), отсутствуют.

В целом по предприятию суммарная продолжительность нетрудоспособности вследствие заболевания составила 1819 дней. Наиболее распространенными заболеваниями среди работников являются заболевания органов дыхания «острая инфекция верхних дыхательных путей», «бронхит». Таким профессиям, как «Машинист технологических насосов», «Оператор товарный», «Сливщик-разливщик», «Печатник», «Ткач», т.е. работникам, занятым тяжелым трудом, характерны заболевания опорно-двигательного аппарата, например, «остеохондроз позвоночника». Частыми являются случаи бытового травмирования, что характерно для профессий основного производства.

Таким образом, по результатам проведенных оценок профессиональных рисков работников нефтехимической промышленности было выявлено, что работники основных и вспомогательных подразделений подвергаются воздействиям вредных факторов и опасностям трудового процесса, где требуются корректирующие меры по снижению и устранению существующих рисков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бисакаев, С.Г. Методические рекомендации по внедрению системы управления профессиональными рисками на предприятии / С.Г. Бисакаев, Ш.К. Абикенова, Ж.Х. Есбенбетова. – Астана: РГКП «РНИИОТ МТСЗН РК», 2017. – 84 с.
2. Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан. – <http://www.stat.gov.kz>.
3. «Третья модернизация Казахстана: Глобальная конкурентоспособность» Послание Президента Республики Казахстан от 31 января 2017 года. – <http://adilet.zan.kz>.
4. Трудовой кодекс Республики Казахстан. – <http://online.zakon.kz>.

*Материал поступил в редакцию 26.11.18.*

#### ASSESSMENT OF PROFESSIONAL RISKS OF WORKERS OF THE PETROCHEMICAL INDUSTRY

S.G. Bisakayev<sup>1</sup>, Zh.Kh. Yesbenbetova<sup>2</sup>, G.A. Yeselkhanova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doctor of Technical Sciences, Academician, Professor, Director General,

<sup>2</sup> Master of Natural Sciences, Head of Laboratory for Professional Risks Research,

<sup>3</sup> Candidate of Biological Sciences, Acting Deputy General Director for Scientific Work  
Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection  
of the Population of the Republic of Kazakhstan (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** This article discusses the results of an assessment of the professional risks of workers in the petrochemical industry, identified in the course of the research in the framework of the scientific and technical program.

**Keywords:** professional risk, assessment, health hazard of labor conditions, injury risk of labor conditions, safety of production equipment, provision with individual protection means, morbidity risk.

УДК 67.02

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОДНОСЛОЙНЫХ И ТРЁХСЛОЙНЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ

В.С. Гарипов<sup>1</sup>, В.О. Лосицкая<sup>2</sup>

<sup>1</sup> кандидат технических наук, <sup>2</sup> студент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Оренбургский государственный университет», Россия

***Аннотация.** Сегодня панельное строительство является одной из самых актуальных технологий. Кроме того, современные серии таких домов вполне соответствуют представлению о комфортном жилье, а постоянное совершенствование конструктивных и планировочных решений обеспечивает регулярный прогресс в этом направлении. В статье представлен обзор самых известных серий панельных домов. Проанализированы их конструктивные схемы, достоинства и недостатки. Рассмотрены стеновые панели по конструктивному признаку. Произведён сравнительный анализ основных показателей панелей наружных стен.*

***Ключевые слова:** строительство, панельное домостроение, наружные стеновые панели, однослойные панели, трёхслойные панели, утеплитель.*

Строительная индустрия, особенно в крупных городах, всегда остаётся привлекательной областью для инвестирования. Спрос растёт вместе с требованиями, предъявляемыми покупателями, а здоровая конкуренция между девелоперами оказывает мощный толчок на развитие и совершенствование технологий современного домостроения.

По конструктивному признаку стеновые панели делятся на однослойные и многослойные (двух- и трёхслойные).

Однослойные панели делают из лёгких бетонов на пористых заполнителях и из ячеистых бетонов. Эти панели применяют для зданий с поперечными несущими стенами, а наружные стеновые панели являются самонесущими.

Широко применяют однослойные керамзитобетонные панели класса В5. Наружная поверхность панели имеет фактурный слой толщиной 20 мм из декоративного бетона, а внутренняя – отделочный слой толщиной 10 мм из раствора, укладываемого в форму при изготовлении панели.

Трёхслойные панели состоят из двух железобетонных ребристых или плоских плит с эффективными утеплителями между ними. В качестве утеплителя применяют полужёсткие минераловатные плиты, минеральную пробку, минераловатные маты на фенольной связке, маты из стекловолокна, а также жёсткие утеплители – пеностекло, пенокералит, и др. Железобетонные слои панели соединяют между собой сварными арматурными каркасами.

За последние годы строительство из железобетонных панелей только набирает обороты, хотя у многих сохранилось к ним предвзятое отношение. Причина – в домах советской постройки, про звукоизоляцию которых ходили анекдоты. На сегодняшний день ситуация изменилась: трёхслойные стеновые панели, применяемые для возведения стен в каркасных зданиях, за счёт внутренней утеплительной прослойки, начисто лишены вышеуказанных недостатков. В таблице даны основные характеристики однослойных и трёхслойных стеновых панелей.

Таблица 1

**Основные показатели панелей наружных стен**

Описание конструкции	Толщина, см	Вес 1 м <sup>2</sup> , кг	Расход материалов на 1 м <sup>2</sup> за вычетом проёмов
Однослойные			
Керамзитобетонная – плоская панель из керамзитобетона м. 50, объёмным весом 700 кг/м <sup>3</sup> с наружным отделочным слоем из декоративного бетона (2 см) и внутренним отделочным слоем (1 см)	20	1801,31	Керамзитобетон с добавкой золы ТЭЦ—0,17 и3 Декоративный бетон – 0,03 м <sup>3</sup> . Цемент М400 – 34 кг, сталь – 1,75 кг
Пенобетонная – безавтоклавный золопенобетон М35-М50, объёмным весом 900-1000 кг/м <sup>3</sup> , толщиной 26 см отделан с двух сторон декоративным бетоном толщиной по 2 см	30	2851,2	Золопенобетон – 0,26 м <sup>3</sup> . Декоративный бетон – 0,04 м <sup>3</sup> . Цемент М400 – 91 кг. Сталь – 2,2 кг
Аглопоритобетонная-легкобетонная плита с аглопоритным заполнителем М50, объёмным весом 900 кг/м <sup>3</sup> , толщиной 26 см, снаружи и изнутри имеет бетонные отделочные слои по 2 см.	30	2851,1	Лёгкий бетон – 0,26 м <sup>3</sup> . Декоративный бетон – 0,04 м <sup>3</sup> . Цемент М 400 – 79 кг. Сталь – 2,2 кг

Окончание таблицы 1

Описание конструкции	Толщина, см	Вес 1 м <sup>2</sup> , кг	Расход материалов на 1 м <sup>2</sup> за вычетом проёмов
Трёхслойные панели			
Трёхслойная панель с утеплителем из минераловатных плит состоит из 2 слоев железобетона (по 4 см), между которыми расположены минераловатные плиты объёмным весом 350 кг/м <sup>3</sup> (10 см)	18	2401,4	Тяжёлый бетон – 0,08 м <sup>3</sup> . Минераловатные плиты – 0,1 м <sup>3</sup> Цемент М400 – 24 кг. Сталь – 3 кг
Трёхслойная панель из двух ребристых железобетонных вибропрокатных плит – скорлуп и минераловатных плит утеплителя	26	2201,5	Тяжёлый бетон – 0,07 м <sup>3</sup> . Минераловатные плиты 0,1 м <sup>3</sup> . Цемент М400 – 30 кг. Сталь – 4,03 кг

Произведённые экономические сравнения (с использованием преysкурентов оптовых цен на материалы) позволяют сделать следующие выводы:

1. Для отапливаемых зданий наиболее экономичными являются стены из ячеистобетонных панелей, которые на 20-40 % дешевле стен из керамзитобетонных и трёхслойных железобетонных панелей.

2. Суммарные затраты труда на изготовление однослойных ячеистобетонных и керамзитобетонных панелей и их монтаж на строительной площадке ниже затрат на изготовление и монтаж трёхслойных железобетонных, асбестоцементных панелей составного сечения.

3. Расход стали на изготовление трёхслойных железобетонных панелей составного сечения по сравнению с ячеисто бетонными и керамзитобетонными панелями больше на 27-60 %.

4. Легкобетонные и керамзитобетонные панели длиной 12 м имеют меньший расход стали, по сравнению с панелями из ячеистых бетонов и трёхслойными панелями из обычного бетона с утеплителем.

5. Трудозатраты при монтаже однослойных и трёхслойных панелей практически одинаковы.

В связи с возрастанием нормативных требований к энергосбережению и к сопротивлению теплопередаче наружных ограждающих конструкций однослойные конструкции для большинства климатических районов страны оказались неприемлемыми. Промышленность перестраивается на производство трёхслойных панелей. Но и они в большинстве случаев оказываются пригодными лишь с самыми эффективными утеплителями. В этом случае из-за увеличения толщины утеплителя толщина стен может возрасти до 350-400 мм, что влечёт за собой реконструкцию бортовой оснастки форм на домостроительных заводах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дроздов, П.Ф. Проектирование крупнопанельных зданий / П.Ф. Дроздов, И.М. Себекин. – М., 1967.
2. Дыховичный, Ю.А. Жилые и общественные здания. Краткий справочник инженера-конструктора, 3-е изд. / Ю.А. Дыховичный, В.А. Максименко, А.Н. Кондратьев и др. – М.: Стройиздат, 1991.
3. Кацынель, Р.Б. Особенности применения крупнопанельных ячеисто-бетонных конструкций в современном строительстве / Р.Б. Кацынель // Жилищное строительство. – 2010. – № 8.
4. Крюков, А.Р. Развитие малоэтажного крупнопанельного домостроения в комбинированной строительной системе / А.Р. Крюков. – М, Жилищное строительство, 2011. – № 3.
5. Кузнецов, Г.Ф. Конструкции многоэтажных каркасно-панельных и панельных жилых домов / Г.Ф. Кузнецов, Н.В. Морозов, Т.П. Антипов. – М., 1956.
6. Маклакова, Т.Г. Конструкции гражданских зданий / Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова. – М.: Издательство АСВ, 2000. – 280 с.
7. Морозов, Н.В. Конструкции стен крупнопанельных жилых зданий / Н.В. Морозов. – М., 1964.
8. Николаев, С.В. Возрождение крупнопанельного домостроения в России / С.В. Николаев // Жилищное строительство. – 2012. – № 4.
9. Соколов, Б.С. Пути преодоления кризисного состояния крупнопанельного домостроения / Б.С. Соколов, Ю.В. Миронова, Д.Р. Гатауллина // Строительные материалы. – 2011. – № 3.
10. Шерешевский, И.А. Жилые здания. Конструктивные системы и элементы для индустриального строительства / И.А. Шерешевский. – М.: «Архитектура-С», 2005.

Материал поступил в редакцию 29.11.18.



## COMPARATIVE ANALYSIS OF SINGLE-LAYER AND THREE-LAYER WALL PANELS

V.S. Garipov<sup>1</sup>, V.O. Lositskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Engineering Sciences, <sup>2</sup> Student

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State University", Russia

**Abstract.** *Today panel construction is one of the most relevant technologies. In addition, modern series of such houses are quite consistent with the idea of comfortable housing, and continuous improvement of design and planning solutions ensures regular progress in this direction. The article presents an overview of the most famous series of panel houses. Their design schemes, advantages and disadvantages are analyzed. Wall panels on a constructive sign are considered. The comparative analysis of the main indicators of panels of external walls is made.*

**Keywords:** *construction, panel house building, external wall panels, single-layer panels, three-layer panels, insulation.*

УДК 677.027

## ОЦЕНКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАРЛИ, ОБЛАДАЮЩЕЙ АНТИСЕПТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

В.М. Джанпаизова<sup>1</sup>, Р.С. Ташменов<sup>2</sup>, Г.Ш. Аширбекова<sup>3</sup>, С.М. Коньсбеков<sup>4</sup>, Н.Н. Толганбек<sup>5</sup>

<sup>1</sup> кандидат химических наук, доцент, <sup>2</sup> кандидат технических наук, доцент,

<sup>3</sup> магистр, старший преподаватель, <sup>4</sup> магистр, преподаватель, <sup>5</sup> магистрант

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова (Шымкент), Республика Казахстан

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены результаты исследования оценки физико-механических свойств марли медицинской, обработанной водными растворами наночитрата серебра. Проведенные исследования показали, что предлагаемая антисептическая отделка не снижает физико-механические свойства марли медицинской и является нетоксичной. Установлены высокая антимикробная активность разработанных аппретов против широкого спектра микроорганизмов и устойчивость модифицированных образцов ткани к мокрому обрабаткам, незначительно снижающаяся лишь после неоднократных стирок.*

***Ключевые слова:** марля медицинская, антимикробные свойства, микрофлора, структура волокна, наночитрат серебра.*

Главную роль практически по всем направлениям развития науки и техники на сегодняшний день играют нанотехнологии. Одним из направлений развития нанотехнологий в текстильной промышленности является разработка антимикробных текстильных изделий с использованием наноразмерных частиц металлов. Потребительский спрос на текстильные материалы и изделия с повышенными гигиеническими свойствами создал целый рынок подобных продуктов, рост которого увеличивается ежегодно.

Уровень качества продукции определяется ее потребительскими свойствами. Обработка бактерицидными композициями позволила изменить в сторону улучшения свойства марли. Потребительские свойства материалов оцениваются не только структурными характеристиками, но и физико-химическими свойствами, которые определяли согласно стандартным методикам (ГОСТ 9412-93) [5].

Таблица 1

**Физико-химические показатели отбеленной марли**

Наименование показателя	Норма
Реакция водной вытяжки	Нейтральная
Массовая доля хлористых солей, %, не более	0,02
Массовая доля сернокислых солей, %, не более	0,02
Массовая доля кальциевых солей, %, не более	0,06
Время определения содержания окисляемых веществ, мин, не менее	5
Содержание веществ	Не допускается
Содержание окрашивающих веществ	Бесцветные вытяжки
Массовая доля жировых веществ, %, не более	0,3
Смачиваемость, с, не более:	
Для хлопчатобумажной марли	10
Для смешанной марли	6
Капиллярность, см/ч, не менее	10
Влажность, %	5,0-8,5
Зальность, %, не более	0,3
Белизна, %, не менее	80
Степень устойчивости белизны, % не более	10

На практике при эксплуатации изделия подвергаются процессам растяжения, усадке, разрывным нагрузкам, истиранию, поэтому модифицированная марля должна проявлять прочностные характеристики. Для испытаний в данной работе была выбрана марля медицинская, содержащая 100 % хлопка. Выбранные марли имеют однородный волокнистый состав, они выполнены разными переплетениями, способами отделки лицевой поверхности, имеют каждая для своей группы среднюю поверхностную плотность и т.д. Структурные характеристики исследуемых марлей, общая пористость  $R_0$  и поверхностная пористость  $R_s$  определены по стандартным методикам. Марли должны быть мягким, выдерживать определённые разрывные нагрузки, малоусадочными. Поэтому исследование физико-механических показателей обработанных образцов проводили согласно стандартным методам. Воздухопроницаемость модифицированных текстильных материалов определяют на приборе ВПТМ-2 по ГОСТ 12088-77 [2]. Для определения разрывных характеристик по стрип-методу используют разрывную машину РТ-250М (ГОСТ 3813-72) [4]. Испытание устойчивости антимикробных свойств модифицированных тканей к стирке определяют по ГОСТ 12.4-049-78 [1].

Такие свойства обеспечивают получение перевязочных материалов с антисептическими свойствами. Для оценки потребительских свойств модифицированные образцы марли были испытаны стандартными методами по наиболее значимым показателям номенклатуры требований к марли с антисептическими свойствами (табл. 2).

Таблица 2

**Сравнительный анализ физико-механических свойств модифицированных образцов марли**

Свойства марли	Образец	
	Контроль	Обработанный 0,02 % раствором наночитрата серебра
Жесткость EI, кН·см <sup>2</sup>		
по основе	770	747
по утку	340	298
Усадка У, %		
по основе	5,0	2,0
по утку	5,5	2,0
Разрывная нагрузка Р, Н		
по основе	82	76
по утку	38	31
Удлинение при разрыве, %:		
по основе	12	17,7
по утку	18	22,5

Из результатов, приведенных в табл. 2, следует, что процесс модифицирования оказал положительное влияние на основные механические характеристики марли. Так, показатели жесткости модифицированных марли улучшились. Контрольный образец марли после мокрой обработки показал небольшую усадку – 5 %, а модифицированные образцы усадка – 2 %. Это может быть вызвано тем, что обработка наночитратом серебра приводит к некоторому структурированию волокон ткани, а также к снижению их степени набухания.

Усадка тканей представляет собой сложный процесс, зависящий от комплекса взаимосвязанных явлений: обратных релаксационных процессов и набухания волокон. Обратные релаксационные процессы происходят в результате деформации волокон, пряжи и марли в процессе создания ткани. В процессе отделки марля находится в большом натяжении, а при заключительной отделке сушка под воздействием высокой температуры закрепляет эту деформацию. Чем большую деформацию испытывает марля в процессе производства, тем большая проявляется усадка во время мокрой обработки. В хлопке молекулы целлюлозы связаны между собой довольно сильным межмолекулярным взаимодействием. В напряженном волокне эти связи несколько ослаблены, поэтому после снятия напряжения происходит самопроизвольный процесс дезориентации структуры. При мокрых обработках молекулы воды, проникая между нитями ткани, волокнами пряжи и молекулярными цепями, ослабляют силы их взаимодействия. Продолжительность релаксационного процесса зависит от температуры воды.

При набухании волокон происходит увеличение диаметра пряжи, что вызывает растяжение периферийных таких же разбухших волокон, огибающих пряжу. Это источник дополнительного напряжения в волокнах. При мокрой обработке механические воздействия преодолевают силы внутреннего трения волокон и пряжи друг о друга. Это облегчает перемещение волокон и нитей в пряже. Волокна, сползая по диаметру пряжи, утолщают её, а по длине – укорачивают. Таким образом, происходит уменьшение ткани в размерах после мокрой обработки. Марля в процессе мокрой обработки показала малую усадку – 5%. В процессе модификации 0,02 % раствором наночитрата серебра усадку – 2 %.

Изучение прочности модифицированной марли на разрыв по сравнению с контрольным образцом показало снижение абсолютной разрывной нагрузки по основе на 6 %, и по утку – на 7 %, увеличение относительного разрывного удлинения по основе на 5,7 % и его по утку на 4,5 % (по средним значениям). Это можно объяснить тем, что при обработке предлагаемой композицией с применением наночастиц серебра в результате модификации происходит снижение взаимной подвижности макромолекул целлюлозы, поэтому ухудшается возможность перераспределения нагрузки внутри волокна и разрывное усилие приходится на меньшее число структурных элементов [6, с. 580]. Снижается разрывное удлинение по утку, так как эти нити имеют более рыхлую структуру и меньшую степень кручения, вследствие этого они более модифицируемы, поэтому и механическая прочность их снижается больше, чем для основных нитей.

Гигиеническим свойствам марли медицинской было уделено особое внимание, так как они имеют большое значение в процессе получения перевязочных материалов (табл. 3).

Таблица 3

**Гигиенические свойства марли медицинской**

Свойства марли медицинской	Образец	
	Контроль	Пропитанный раствором наночитрата серебра
1	2	3
Гигроскопичность Жг, %		
до пропитки	14,05	14,29
после пропитки раствором наночитрата серебра	14,25	14,79

Окончание таблицы 3

1	2	3
Капиллярность К, мм		
до пропитки по основе	92	103
по утку	80	103
после пропитки раствором наночитрата серебра		
по основе	142	146
по утку	129	146
Водопоглощение, Вп %		
до пропитки	50	52
после пропитки раствором наночитрата серебра	65	63

Анализ гигиенических свойств модифицированных образцов марли медицинской, выбранных согласно номенклатуре, показал улучшение таких свойств как: водопоглощение, капиллярность (по основе от 92 мм до 103 мм, по утку от 80 мм до 103мм), гигроскопичность, что отражает общее повышение качества марли медицинской.

Основные физические характеристики после модифицирования улучшились по всем показателям. Коэффициент воздухопроницаемости в воздушно-сухом состоянии у модифицированных проб увеличивается особенно после пропитки раствором наночитрата серебра. Это объясняется тем, что разрыхлённая в результате механической обработки система нитей становится менее плотной, расстояния между нитями и волокнами увеличиваются, увеличивая при этом сквозные поры.

Процесс модифицирования значительно повысил показатели капиллярности тканей по основе от 92 мм до 103 мм, по утку от 80 мм до 103мм.

Капиллярность зависит от плотности расположения составляющих ткань волокон и пряжи, от степени смачивания жидкостью поверхности материала. Поэтому при механических воздействиях и в процессе пропитки происходит улучшение смачиваемости материала. И как следствие – увеличение капиллярности [6].

### ВЫВОДЫ

1. Оценить качество модифицированных перевязочных материалов позволяют стандартные методики определения физико-механических характеристик и гигиенические свойства марли медицинской.
2. Анализ физико-механических характеристик показал, что обработка наночитратом серебра приводит к некоторому структурированию волокон ткани, а также к снижению их степени набухания и уменьшению усадки.
3. Для антимикробной отделки текстильных материалов и изделий санитарно-гигиенического назначения можно рекомендовать водный раствор наночитрата серебра.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.4-049-78 Ткани хлопчатобумажные и смешанные для спецодежды. Метод определения устойчивости к мокрой обработке.
2. ГОСТ 12088-77 Методы определения воздухопроницаемости.
3. ГОСТ 30157.0-95. Плотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения.
4. ГОСТ 3813-72 Методы определения разрывных характеристик при растяжении.
5. Кричевский, Г.Е., Коргин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов. Учеб. Для вузов в 3-х томах. Т.3. / Г.Е. Кричевский, М.В. Коргин, А.В. Сенахов. – М.: Типография МГУ, 2001. – 298 с.
6. Кричевский, Г.Е., Коргин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов / Г.Е. Кричевский, М.В. Коргин, А.В. Сенахов. – М.: Легпромиздат, 1985. – С. 571-575.

Материал поступил в редакцию 26.11.18.

## ESTIMATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CHEESECLOTH WITH ANTISEPTIC PROPERTIES

V.M. Janpaizova<sup>1</sup>, R.S. Tashmenov<sup>2</sup>, G.Sh. Ashirbekova<sup>3</sup>, S.M. Konysbekov<sup>4</sup>, N.N. Tolganbek<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, <sup>2</sup> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

<sup>3</sup> Master, Senior Lecturer, <sup>4</sup> Master, Lecturer, <sup>5</sup> Master Student

M. Auezov South Kazakhstan State University (Shymkent), Republic of Kazakhstan

**Abstract.** This article describes the results of estimation the physical and mechanical properties of medical gauze treated with aqueous solutions of silver nano-citrate. Studies have shown that the proposed antiseptic finish does not reduce the physical and mechanical properties of medical gauze and is non-toxic. The high antimicrobial activity of the developed finishing mixture against a wide range of microorganisms and the resistance of the modified tissue samples to wet treatments, slightly decreasing only after repeated washes, have been established.

**Keywords:** medical gauze, antimicrobial properties, microflora, fiber structure, silver nano-citrate.

УДК 331.103.226

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Г.А. Еселханова<sup>1</sup>, Н.Б. Абдрахманова<sup>2</sup>, С.Т. Шорманов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> кандидат биологических наук, ученый секретарь, <sup>2</sup> руководитель лаборатории, <sup>3</sup> старший научный сотрудник  
РГКП Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда  
Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан (Астана), Казахстан

***Аннотация.** Представлен анализ текущего состояния по безопасности и охране труда на предприятиях строительной отрасли Республики Казахстан. Рассматриваются основные направления совершенствования систем управления охраной труда в организациях строительной индустрии. Представлены особенности работы в строительной отрасли и проведен анализ травматизма за 2017 год в строительной отрасли.*

***Ключевые слова:** строительная отрасль, система управления охраной труда, государственная инспекция труда, профессиональные риски.*

Строительный сектор в Казахстане остается как одним из важных секторов экономики, так и одним из наиболее привлекательных направлений инвестирования. На долю данного сектора приходится до 6 % ВВП Казахстана, в плане занятости строительный сектор обеспечивает порядка 700 тыс. рабочих мест [3].

В общем объеме занятого населения республики доля занятых в отрасли строительства варьирует в диапазоне 7,6-8 %. По итогам 2017 года наибольшая численность занятых в строительном секторе в региональном разрезе приходится на Южно-Казахстанскую область (17,9 %), г. Астана (11,1 %), и г. Алматы (11 %). Наименьшее количество занято на строительных работах в Северо-Казахстанской (1,1 %), Мангистауской (2,8 %) и Костанайской областях (3 %) [2].

В республике количество подрядных строительных организаций относительно стабильно и варьируется в пределах 7-7,5 тыс. компаний [3].

Согласно Общему классификатору видов экономической деятельности (ОКЭД) строительство в Казахстане подразделяется на строительство зданий и сооружений, гражданское строительство и специализированные строительные работы, при условии, что они выполняются как часть общего строительного процесса, с дальнейшим делением по направлениям.

Согласно данным Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан, ежегодный объем работ, выполняемых по виду деятельности «Строительство» с 2012 по 2017 год, вырос с 2 667 млрд. тенге до 3 309 млрд., показав стабильную динамику роста [2].

Строительство относится к одной из тех отраслей хозяйственной деятельности, которая требует повышенного внимания к решению вопросов охраны труда. Это обусловлено большим количеством различных факторов. Так, например, в процессе трудовой деятельности работников строительных организаций приходится сталкиваться с огромным количеством опасных и вредных производственных факторов.

Особенностями работы в строительной отрасли являются: мобильность и временность места работ, производство работ подрядчиками и субподрядчиками, работа в условиях неблагоприятного климата, на высоте, тяжесть и напряженность работы, воздействие опасных и вредных производственных факторов, таких как шум, вибрация, температура, пыль и других.

Сюда же можно добавить необходимость применения в процессе трудовой деятельности большого количества различного оборудования, электро- и пневмо-инструмента, специализированного автотранспорта и прочих машин, которые требуют дополнительного обучения работников по вопросам безопасности и охраны труда и повышенного внимания во время работы.

Повышенная опасность при выполнении строительных работ может привести к тому, что любое, даже незначительное нарушение требований безопасности может стать причиной тяжелых травм и гибели людей, что приводит к значительному материальному ущербу для работодателя.

Материальные последствия несчастных случаев, в расчете на одного пострадавшего в строительстве составляет свыше 600,0 тыс. тенге [2].

По данным Комитета труда, социальной защиты и миграции Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан за истекший год в республике на производстве получили травмы 1678 человек, в том числе погибло 244 человек, в организациях строительной отрасли на производстве получили травмы 256 человек, в том числе погибло 70 человек. Наибольшее количество погибших на производстве наблюдается среди работников предприятий строительной отрасли (28,64 % от общего числа погибших на производстве) [1].

Анализ производственного травматизма, проводимый Государственной инспекцией труда в республике, позволил сделать выводы о том, что основными причинами несчастных случаев являются:

- неудовлетворительная организация производства работ;

- нарушение правил безопасности труда и дорожного движения;
- недостатки в обучении безопасным приемам труда;
- неудовлетворительное содержание территорий и недостатки в организации рабочих мест;
- неприменение работником средств индивидуальной защиты вследствие необеспеченности ими работодателем [1].

Относительно высок уровень травматизма по причине «Нарушение работником трудовой и производственной дисциплины».

Государственная инспекция труда в Республике Казахстан в отчете о своей деятельности за 2017 год указала, что нарушения, выявляемые в строительных организациях, в основном касаются несоблюдения трудового законодательства по вопросам обучения и инструктирования работников по охране труда, проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве.

Таким образом, анализируя ситуацию в строительной сфере, можно отметить, что проблемы в этой области производства сохраняются.

Наряду с другими причинами, обуславливающими проблемы строительной сферы, отсутствие системного подхода или бездействие системы управления охраной труда на предприятии препятствует развитию и поддержанию культуры безопасного труда, а дефицит этой культуры у работников увеличивает влияние человеческого фактора на возникновение аварий или происшествий на производстве.

К сожалению, производство строительных работ сопряжено с воздействием опасных факторов, которые невозможно устранить полностью, или уменьшить степень их воздействия на работника до нормативных значений. Поэтому одной из задач, касающейся сохранения жизни, здоровья и безопасности, и содействующей исправлению неблагоприятной ситуации в строительной отрасли, является повышение эффективности системы управления охраной труда на предприятии.

На сегодняшний день РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт» МТСЗН РК ведет работу по разработке научно-методических основ обеспечения безопасного труда в приоритетных секторах экономики Республики Казахстан, по результатам которого будет разработана новая модель системы управления охраной труда на основе оценки профессиональных рисков.

Таким образом, в настоящее время строительная индустрия республики характеризуется разнообразием строительных объектов, технологических и организационных способов производства строительно-монтажных работ. Но, несмотря на механизацию, отрасль требует больших затрат ручного труда, имеет значительные профессиональные риски здоровью работников.

Работодатели обязаны оценивать риски и принимать практические меры для защиты безопасности и здоровья своих работников, вести учет аварий, предоставлять информацию и обучение, осуществлять консультации сотрудников, координировать разрабатываемые меры с подрядчиками.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационный бюллетень о результатах деятельности Комитета труда, социальной защиты и миграции по итогам 2017 г.// [Сайт «Министерство труда и социальной защиты населения Республики Казахстан»]. – Режим доступа: <https://www.enbek.gov.kz>.
2. Сайт «Комитета по статистике Республики Казахстан». – Режим доступа: <http://stat.gov.kz>
3. Шинкеева, Г. Анализ строительного сектора Республики Казахстан в 2016-2017 гг. / Г. Шинкеева. – Алматы, 2017.

Материал поступил в редакцию 26.11.18.

### MAIN DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF LABOR PROTECTION MANAGEMENT SYSTEM AT THE CONSTRUCTION INDUSTRY ENTERPRISES

G.A. Yeselkhanova<sup>1</sup>, N.B. Abdrakhmanova<sup>2</sup>, S.T. Shormanov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Biological Sciences, Academic Secretary, <sup>2</sup> Head of Laboratory, <sup>3</sup> Senior Researcher  
Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection  
of the Population of the Republic of Kazakhstan (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** The analysis of the current state of safety and labor protection at the enterprises of the construction industry of the Republic of Kazakhstan is presented. We consider the main directions of improvement of labor protection management systems in organizations of the construction industry. The features of work in the construction industry are presented and the analysis of injuries for 2017 in the construction industry is carried out.

**Keywords:** construction industry, labor protection management system, state labor inspection, professional risks.

УДК 532.5

## СТРАТИФИКАЦИОННЫЕ СТРУИ СМЕСИ

Г.Х. Каримов, М.К. Холикова, Х. Юсупов

Бухарский филиал, Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Узбекистан

**Аннотация.** В работе исследуется распад жидких струй под воздействием внешней среды (воздуха) и капиллярных сил. Определяются касательные напряжения обоих слоев и импульсивное давление в зависимости от вязкости и концентрации фаз в модели многофазных взаимопроникающих сред Х.А. Рахматулина.

**Ключевые слова:** стратификационные струи смеси, струя дисперсной смеси, модель взаимодействия и взаимопроникания жидкостей, осесимметрическая задача, затопленное пространство, распад жидких струй.

Исследование процессов распада выливаемых жидких струй дисперсной смеси из плотин является одной из сложных проблем гидродинамики. Это объясняется взаимодействием дисперсной смеси с внешней средой, являющейся также дисперсной смесью. В многочисленных теоретических разработках эти вопросы в основном решались методом малых возмущений, обусловленные изменением стационарного состояния вследствие воздействия внешней среды и массообмена между струей и внешней средой [1]. В этой работе рассмотрен распад жидких струй под воздействием внешней среды (воздуха) и капиллярных сил.

Исследованием задачи определяются основные силы дробления струй, изменение размеров и распыливание струи капель в модели многофазных взаимопроникающих сред Х.А. Рахматулина [3].

Как известно из предыдущих работ, в дальнейшем модель взаимодействия и взаимопроникания жидкостей развита в основном в работах ученых Института Сейсмологии Ан РУз Хамидова Л.А., Зиявиддинова Ф. и в работах проф. К.Ш. Латипова, проф. А.А. Хамидова [3, 6], проф. С.И. Худайкулова [3], а практические применения получила в работах И.Н. Хусанова и др. Примером того является настоящая статья.

Рассмотрим осесимметрическую задачу об истечении дисперсной смеси из полубесконечной горизонтальной трубы радиуса  $R_0$  в затопленное пространство (предполагается, что внешняя среда также является дисперсной смесью) с соответствующими параметрами.

Предположим, что в невозмущенном состоянии эти слои дисперсной смеси движутся равномерно со скоростями  $U_n^{(m)}$ , располагаясь в областях: истекающая струя дисперсной смеси в области  $G_1(0 < x < \infty; 0 \leq r \leq R_0)$  и  $G_2(-\infty < x < \infty; R_0 < r < \infty)$  с соответствующими гидродинамическими параметрами. Вследствие взаимодействия обоих слоев внутри каждого слоя возникают малые возмущенные движения частиц, и граница раздела  $L_0 \quad r = R_0, 0 < x < \infty$  будет возмущенной:

$$L_1 : \{0 < x < \infty, R_0 - |h(x, t)| < r < R_0 + |h(x, t)|\}.$$

Для обеих дисперсных смесей, двигающихся возмущенно, примем модель взаимодействующих взаимопроникающих сред Х.А. Рахматуллина [2]. Тогда уравнение движения и неразрывности имеет вид:

$$\rho_n^{(m)} \frac{\partial \vec{V}_n^{(m)}}{\partial t} + \rho_n^{(m)} \vec{V}_n^{(m)} (\vec{\nabla}_n \vec{V}_n^{(m)}) = f_n^{(m)} \text{grad} p^{(m)} + \rho_n^{(m)} g \vec{k} + f_n^{(m)} \mu_n^{(m)} \nabla^2 \vec{V}_n^{(m)} + K^{(m)} (\vec{V}_p^{(m)} - \vec{V}_n^{(m)}) \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho_n^{(m)}}{\partial t} + \text{div} [\rho_n^{(m)} \vec{V}_n^{(m)}] = 0 \quad (2)$$

$$\rho_n^{(m)} = f_n^{(m)} \rho_{ni}^{(m)}, \quad f_1^{(m)} + f_2^{(m)} = 1$$

Предположим, что фазы обоих слоев несжимаемы ( $\rho_{ni}^{(m)} = \text{const}$ ), где  $\rho_n^{(m)}$ ,  $\rho_{ni}^{(m)}$ ,  $f_n^{(m)}$ ,  $\vec{V}_n^{(m)}$  – приведенные и истинные плотности, объемные концентрации и вектор скорости  $n$ -ой фазы дисперсной смеси в областях  $G_m$ , ( $m = \overline{1,2}; n = \overline{1,2}$ ).

Учитывая малость возмущений и введя безразмерные параметры потока, приходим к уравнению движения относительно функции тока в безразмерном виде.

$$\psi_n^{(m)} = \tilde{\psi}_n^{(m)} + \tilde{\psi}_n^{*(m)}$$

Решения можно представить как сумма двух функций

$$\frac{\partial \tilde{\psi}_n^{(m)}}{\partial \tau} + \hat{U}_{n_0}^{(m)} \frac{\partial \tilde{\psi}_n^{(m)}}{\partial \hat{x}} - v_n^{(m)} D \tilde{\psi}_n^{(m)} = 0,$$

$$D \psi_n^{*(m)} + U_{n_0}^{(m)} \frac{\partial \tilde{\psi}_n^{*(m)}}{\partial \hat{x}} - v_n^{(m)} D \tilde{\psi}_n^{*(m)} = 0$$

где

$$D(\psi_n^{*(m)}) = \frac{\partial^2 \psi_n^{*(m)}}{\partial \hat{x}^2} + \frac{\partial^2 \psi_n^{*(m)}}{\partial \hat{r}^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial(\psi_n^{*(m)})}{\partial \hat{r}}$$

Предполагая возмущенное движение смеси, приведенной мгновенным действием силы импульсного давления, происходит в направлении оси симметрии  $Ox$ , тогда решение задачи волнового движения будем искать в виде [6]:

$$\begin{aligned} \varphi_n^{(m)}(\hat{x}, \hat{r}, \tau) &= R^{(m)}(\hat{r}) \exp[i(k_0 \hat{x} - \omega_0 \tau)], \\ \psi_n^{(m)}(\hat{x}, \hat{r}, \tau) &= F^{(m)}(\hat{r}) \exp[i(k_0 \hat{x} - \omega_0 \tau)] \end{aligned} \quad (3)$$

где  $k_0 = kR_0$ ,  $\omega_0 = \omega \frac{R_0}{U_0}$ ,  $k$  – волновое число,  $\omega$  – частота колебания.

Касательные напряжения обеих слоев определяются через импульсивное давление в зависимости от вязкости и концентрации фаз  $n$  – слоев и будут равны:

$$\frac{\partial}{\partial \hat{r}} \left[ \Phi_0 [f_n^{(I)} \mu_n^{(I)} \hat{U}_n^{(I)}] \right] + \frac{\partial}{\partial \hat{x}} \left[ \Phi_0 [f_n^{(I)} \mu_n^{(I)} \hat{V}_n^{(I)}] \right] = \frac{\partial}{\partial \hat{r}} \left[ \Phi_0 [f_n^{(II)} \mu_n^{(II)} \hat{U}_n^{(II)}] \right] + \frac{\partial}{\partial \hat{x}} \left[ \Phi_0 [f_n^{(II)} \mu_n^{(II)} \hat{V}_n^{(II)}] \right]$$

Таким образом, получена линейная система алгебраических уравнений для неизвестных коэффициентов  $A_n^{(m)}$ ,  $B_n^{(m)}$ ,  $C_n^{(m)}$ ,  $D_n^{(m)}$ .

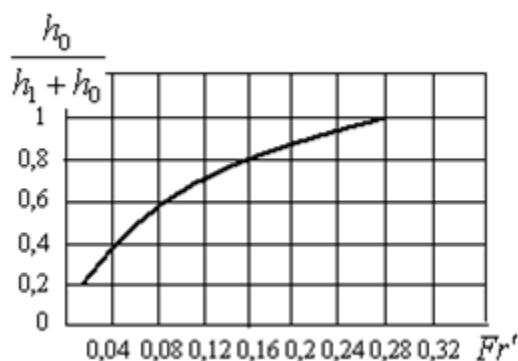


Рис. 1. Схемы водозаборов и зависимости для определения верхнего критического положения поверхности раздела

При однофазности обоих потоков получим результат работы [1] на рис. 1. Если обе фазы дисперсной



смеси как в струе, так и во внешнем потоке идеальные жидкости, то  $A_n^{(m)} \rightarrow \infty$  и диссипации энергии отсутствуют, и распределение скоростей запишется в виде:

в области  $G_1$

$$\begin{aligned} \widehat{U}_n^{(I)}(\widehat{x}, \widehat{r}, \tau) &= -ik_0 A_n^{(I)} I_0(k_0 \widehat{r}) \exp[i(k_0 \widehat{x} - \omega_0 \tau)], \\ \widehat{V}_n^{(I)}(\widehat{x}, \widehat{r}, \tau) &= k_0 A_n^{(I)} I_0(k_0 \widehat{r}) \exp[i(k_0 \widehat{x} - \omega_0 \tau)] \end{aligned} \quad (4)$$

в области  $G_2$

$$\begin{aligned} U_n^{(II)}(\widehat{x}, \widehat{r}, \tau) &= ik_0 B_n^{(II)} K_0(k_0 \widehat{r}) \exp[i(k_0 \widehat{x} - \omega_0 \tau)], \\ V_n^{(II)}(\widehat{x}, \widehat{r}, \tau) &= k_0 B_n^{(II)} K_0(k_0 \widehat{r}) \exp[i(k_0 \widehat{x} - \omega_0 \tau)] \end{aligned} \quad (5)$$

Из уравнения неразрывности будем иметь,

$$f_1^{(m)} \vec{V}_1^{(m)} + f_2^{(m)} \vec{V}_2^{(m)} = f_1^{(m)} U_1^{(m)} + f_2^{(m)} U_2^{(m)} \quad (6)$$

Учитывая равенство (19), (20) и (21) получим:

$$\begin{aligned} f_1^{(I)} A_1^{(I)} + f_2^{(I)} A_2^{(I)} &= 0 \\ f_1^{(II)} B_1^{(II)} + f_2^{(II)} B_2^{(II)} &= 0 \\ f_2^{(I)} k_0 \frac{\rho_{2i}^{(I)} - \rho_{1i}^{(I)}}{\rho^{(I)}} A_2^{(I)} I_0(k_0) - f_2^{(II)} k_0 \frac{\rho_{2i}^{(II)} - \rho_{1i}^{(II)}}{\rho^{(II)}} B_2^{(II)} K_0(k_0) &= 0 \\ f_2^{(II)} k_0 \frac{\rho_{2i}^{(II)} - \rho_{1i}^{(II)}}{\rho^{(II)}} B_2^{(II)} K_0(k_0) + i(\omega_0 - k_0 U_{CM}^{(II)}) \widehat{H} &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

Система уравнений (5) и (6) для неизвестных коэффициентов  $A_1^{(I)}, A_2^{(I)}, B_1^{(II)}, B_2^{(II)}, \widehat{H}$ , из условия однородности и существования решения системы получим частоту колебания волновых движений:

$$\omega_0 = \frac{k_0}{\rho^{(I)} + \rho_{1i}^{(I)} - \rho_{2i}^{(I)}} \left[ (\rho_{2i}^{(I)} - \rho_{1i}^{(I)}) \frac{\rho_{1i}^{(I)}}{\rho^{(I)}} U_1^{(I)} \right] - \left[ \rho_1^{(II)} U_1^{(II)} + \rho_2^{(II)} U_2^{(II)} \right].$$

При отсутствии движения потоков, т.е. в момент движения  $U_1^{(II)} = 0, U_2^{(II)} = 0$  частота колебания волновых движений имеет вид:

$$\omega_0 = \frac{k_0}{\rho^{(I)} + \rho_{2i}^{(I)} - \rho_{2i}^{(I)}} \left[ (\rho_{2i}^{(I)} - \rho_{1i}^{(I)}) \frac{\rho_{1i}^{(I)}}{\rho^{(I)}} U_1^{(I)} \right], \quad k_0 = \frac{2\pi}{l_0}, \quad l_0 = \frac{l}{R_0},$$

$l$  – длина волны.

#### Выводы:

1. Рассматривается осесимметрическая задача об истечении дисперсной смеси из полубесконечной горизонтальной трубы радиуса  $R_0$  в затопленное пространство (предполагается, что внешняя среда также является дисперсной смесью) с соответствующими параметрами.

2. Учитывая малость возмущений и введение безразмерных параметров, получено уравнение движения относительно функции тока.
3. При воздействии мгновенной силы импульсного давления, в горизонтальном направлении получено решение волнового движения.
4. Из условия однородности и существования решения системы получено выражение для частоты колебания волновых движений:

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лышевский, А.С. Закономерности дробления жидкостей механическими форсунками давления / А.С. Лышевский. – Новочеркасск, 1961.
2. Рахматуллин, Х.А. Основы газодинамики взаимопроникающих движений сжимаемых сред / Х.А. Рахматуллин // ПММ. – 1956. – №20, вып. 2.
3. Хамидов, А.А. Теория струй многофазных вязких жидкостей / А.А. Хамидов, С.И. Худайкулов. – Ташкент: «Фан», 2003.
4. Хамидов, А.А. Двумерные задачи теории струй одно и многофазных жидкостей / А.А. Хамидов // Проблемы механики. – 2008. – №1.
5. Хамидов, А.А. Плоская задача о бесконечно малых волнах на поверхности дисперсной смеси / А.А. Хамидов, Д.С. Яхшибоев // Проблемы механики. – 2010. – №3. – С. 33-36.
6. Яхшибоев, Д.С. Закономерность взаимодействия атмосферы с паровыми выделениями зеркальной части водохранилищ / Д.С. Яхшибоев. // Проблемы механики. – 2011. – №1. – С. 76-79.

*Материал поступил в редакцию 01.12.18.*

#### STRATIFICATION MIXTURE JETS

**G.Kh. Karimov, M.K. Kholikova, Kh. Yusupov**

Bukhara Branch, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Uzbekistan

***Abstract.** The paper studies liquid jet disintegration under the influence of the external environment (air) and capillary forces. The internal shear of both layers and the impulsive pressure are determined depending on the viscosity and phase concentration in the model of multiphase interpenetrating environments of Kh.A. Rakhmatulin.*

***Keywords:** stratification mixture jets, jet of a dispersed mixture, model of interaction and interpenetration of liquids, axisymmetric problem, submerged space, liquid jet disintegration.*

УДК 67.02

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИПТОВАЛЮТЫ PEERCOIN (PPC) ПО МАРШРУТУ СТ. АКСУ (КТЖ) – ПОРТ ЛЯНЬЮНЬГАН (КНР)

**Ж.М. Куанышбаев**, доктор технических наук, профессор  
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Астана), Казахстан

**Аннотация.** В данной статье речь идёт об использовании криптовалюты Peercoin (PPC) по маршруту ст. Аксу (КТЖ) – порт Ляньюньган (КНР). В статье приведены сходства с Bitcoin и главные отличия и преимущества Peercoin перед конкурентами.

**Ключевые слова:** криптовалюта, Peercoin, Bitcoin, курс, электронная платёжная система.

Peercoin – это электронная платёжная система, которая появилась в августе 2012 года. В основе системы лежит код Биткоина. Ее основателями являются Скотт Нададь и Санни Кинг. Последний является разработчиком Primesoin. По некоторым данным Санни Кинг является псевдонимом одного или нескольких программистов. В 2013 году Скотт Нададь частично отошёл от дальнейшего участия в развитии ЭПЛ Пиркоин, поэтому в большей степени она находится под руководством его партнёра.



Рисунок 1. Криптовалюта Peercoin (PPC)

Peercoin, PPC (Пиркоин) – не имеет ограничения на объем монет в системе и на текущий момент эмитировано 21 млн. монет. Сгенерированные монеты распределяются не только между майнерами, но и между клиентами Пиркоин. Такая дополнительная мотивация была хорошо принята пользователями и сейчас Пиркоин является третьей по величине мировой криптовалютой. Несмотря на то, что Peercoin (Пиркоин) был создан на основе Биткоина, эта система имеет не так много общего с родоначальником криптовалюты. Среди сходств можно выделить:

1. Алгоритм майнинга SHA-256.

Если пользователь захочет перейти на другую криптовалюту, тогда ему не придется менять программное обеспечение. Любое оборудование, которое работает на площадке BTC (Биткоин) подойдет и для PPC (Пиркоин).

2. Децентрализация.

В основе валюты Peercoin лежит одноранговая сеть, которая несколько изменена. Пользователи имеют равные права, но при этом эмиссия новых монет должна проходить проверку через своеобразный контрольный пункт. Поэтому сходство является весьма спорным.

Основные сходства с Bitcoin

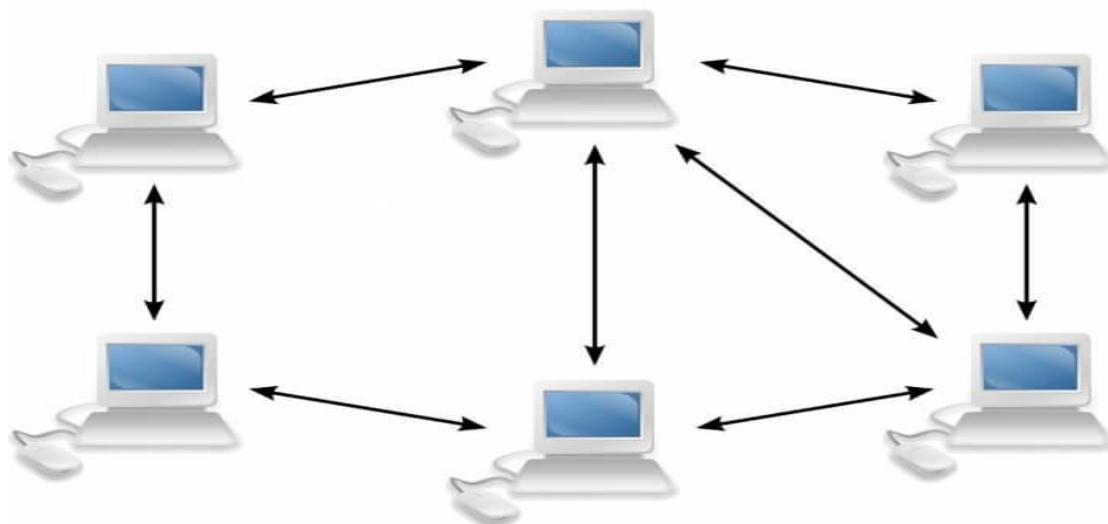


Рисунок 2. Одноранговая или пиринговая сеть

Главные отличия и преимущества Peercoin перед конкурентами.

Разработчики попытались провести своеобразный “апгрейд” Биткоина, поэтому поработали над улучшением работы электронной платёжной системы. В результате получилась площадка со своими достоинствами и отличиями.

1. Принцип работы.

Многие криптографические электронные системы, в том числе и Bitcoin, работают по принципу подтверждённой выполненной работы (PoW – proof-of-work). В основе Пиркоина существует дополнительный механизм, который называется PoS – proof-of-stake. За счёт него обеспечивается безопасность в долгосрочной перспективе. Важно отметить, что Peercoin (Пиркоин) является первой системой, которая применила алгоритм PoS.

2. Энергосбережение.

Благодаря вышеперечисленному механизму работы генерация новых монет с течением времени требует от пользователей меньших затрат в плане энергоресурсов. Майнинг PPC может приносить больше чистой прибыли.

3. Защита от атаки типа “51 %”.

Теоретически пользователи Bitcoin могут объединиться в преступный картель и сломать систему. Для этого нужно завладеть половиной мощностей, после чего можно допустить двойную трату монет. Согласно заявлениям создателей Peercoin, их система защищена от подобных атак.

Недостатки Peercoin (PPC).

Несмотря на достаточно большое количество весомых плюсов, у Пиркоина есть ряд недостатков, из-за чего она не пользуется широким спросом. Среди минусов можно отметить:

1. Низкий оборот средств.

Популярность системы ниже, чем у конкурентов. В связи с этим оборот криптовалюты находится на низком уровне. Это в свою очередь может в дальнейшем привести к высокому подъёму монет PPC, либо к их исчезновению с рынка.

2. Отсутствие анонимности.

Криптовалютам часто отдают предпочтение благодаря тому, что они обещают анонимность пользователям. Никто не может узнать, куда и кому переводились средства и с какой целью. Однако Пиркоин не может гарантировать это пользователям, поскольку имеет контрольный центр для проверки подлинности монет.

3. Неустойчивая цена.

Колебание курса частично связаны с популярностью системы. Если оборот средств будет уменьшаться, тогда стоимость монет опустится до критического минимума, а их выпуск окажется бессмысленным. Так цена Пиркоина по состоянию на 07.08.2017 составляет скромных 0.37\$. Ниже на рисунке 3 мы подробнее рассмотрим колебания цены.

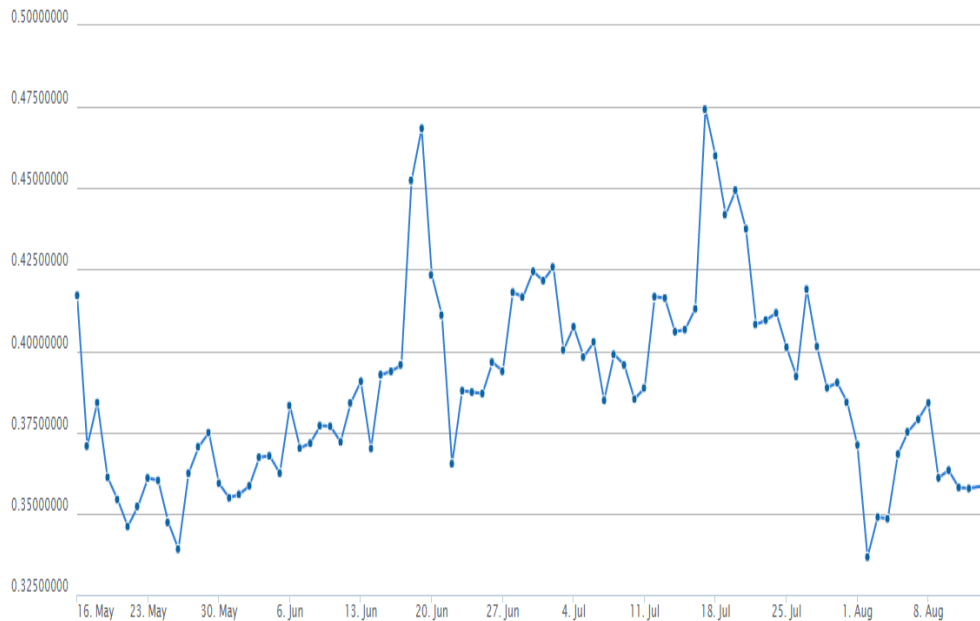


Рисунок 3. График курса PPC/USD за последние 90 дней

В 2014 году было два подобных скачка летом, после чего курс начал своё пике. Через год стоимость монеты опустилась до 0.76\$. По состоянию на 07.08.2017 цена составляет 0.37\$. Анализ курса Peercoin (Пиркоин). Первое появление *Peercoin* датируется началом апреля 2013 года. На тот момент стартовая цена составляла в среднем 0,40\$. В летний период наблюдался серьёзный спад стоимости до 12 *центов*, поэтому многие, опасаясь исчезновения этой ЭПЛ, старались быстро ее продать. Популярность системе вернул ее гибридный алгоритм эмиссии средств с использованием PoS. Благодаря такому подходу участники системы могли зарабатывать деньги, храня их у себя на кошельке. Соответственно уже в 2014 году цена достигла своей рекордной отметки в \$7,3. Благодаря такому скачку капитализация *Peercoin* составила 153 миллиона долларов.

В последующем, валюту *Peercoin* (Пиркоин) при определении провозной платы по маршруту (Аксу I – Ляньюньган). Капитализация Пиркоина составила миллионы долларов в его кульминации. Также, расчёты провозных плат на основе предлагаемой криптовалюты *Peercoin* представлено в таблице 1.



\* - Тарифное расстояние по схеме сквозного плеча составляет 6244 км

Рисунок 4. Логистическая схема по маршруту ст. Аксу I – порт Ляньюньган  
 Аксу I – Аманкарагай – Есиль – Атбасар – Астана – Вишневка – Осакаровка – Караганды –  
 Жарык – Акадыр – Мойынты – Сарыкум – Саяк – Актогай – Разъезд №8 – Бесколь – Жаланащколь –  
 Достык Алашанькоу – Урумчи – Цзяйюгуань – Ланьчжоу – Чжэнчжоу – Ляньюньган

Таблица 1

Провозные платы в Peercoin		
Дата	Курс доллара к Пиркоину (Peercoin)	Стоимость перевозки, Peercoin
15 январь Аксу I	1\$ = 7,945 PPC	884,20
16 январь	1\$ = 6,121 PPC	1147,69
17 январь	1\$ = 4,715 PPC	1489,93
18 январь Достык (экс)	1\$ = 5,682 PPC	1236,36
19 январь Алашанькоу	1\$ = 5,548 PPC	1266,22
20 январь	1\$ = 5,82 PPC	1207,04
21 январь	1\$ = 5,756 PPC	1220,47
22 январь	1\$ = 5,376 PPC	1306,74
23 январь	1\$ = 4,897 PPC	1434,55
24 январь	1\$ = 4,935 PPC	1423,51
25 январь	1\$ = 5,04 PPC	1393,85
26 январь	1\$ = 5,025 PPC	1398,01
27 январь Ляньюньган	1\$ = 5,072 PPC	1385,06

Определяя провозную плату на основе криптовалюты Peercoin (Пиркоин), при организации международных железнодорожных перевозок и сравнивая со стандартной используемой валютой, Швейцарским франком (ChF), получим динамику изменения провозной платы. Схема сравнения показана на рисунке 5.

### СРАВНЕНИЕ СТОИМОСТИ ПЕРЕВОЗКИ В ШВ.ФРАНКЕ И КРИПТОВАЛЮТЕ

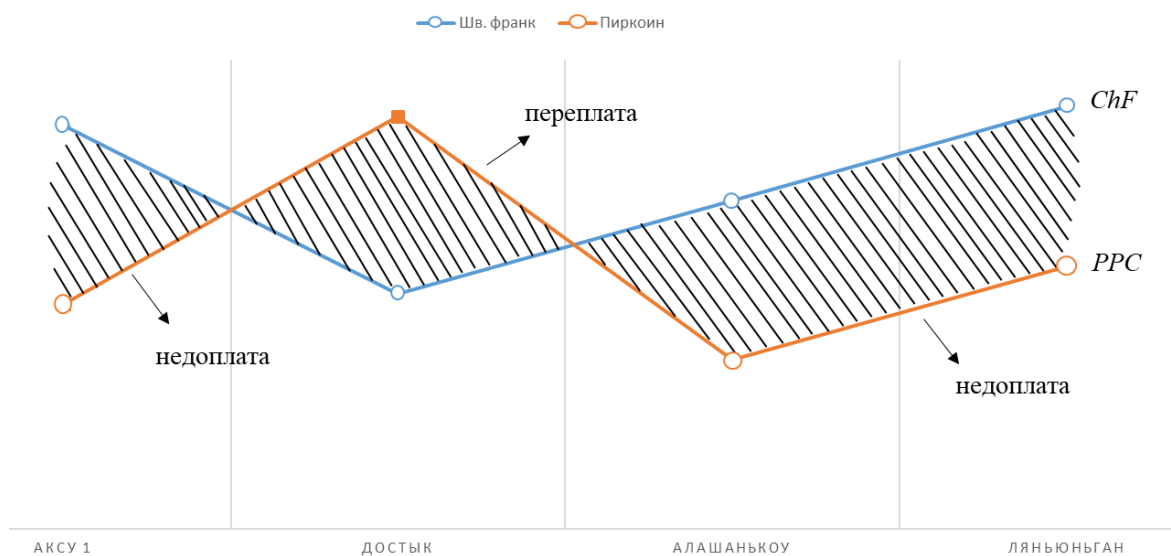


Рисунок 5. Сравнение провозной платы Швейцарских франков (ChF) с валютой Peercoin (PPC)

В результате сравнения, установлено, что из-за постоянного изменения курса криптовалюты Peercoin (PPC) мы не можем использовать при организации международных перевозок. Как показано на рисунке 5 из-за изменения курса криптовалюты Peercoin (Пиркоин) постоянно присутствуют переплаты и недоплаты. Исследования показали, что использование криптовалюты Peercoin (Пиркоин) в значительных пределах изменяется величина провозной платы.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлена возможность использования криптовалюты при организации интермодальных перевозок. Расчёты приведены на конкретном маршруте ст. Аксу 1 – порт Ляньюньган. Определена провозная плата в твёрдой валюте, наряду с этим представлена методика определения провозной платы в предлагаемой криптовалюте Peercoin (Пиркоин). Время доставки груза по указанному маршруту составляет 12 суток. Позволим себе определить и сравнить стоимость перевозки груза по маршруту ст. Аксу 1 – порт Ляньюньган. В день отправки стоимость одной вагонной отправки составила **884,20PPC**, по прибытию в порт назначения стоимость за перевозку составила уже **1385,06PPC**. Это связано с изменением курсовой стоимости предлагаемой криптовалюты. Переплата за одну вагонную отправка составит **500,86PPC**. Приведём расчёты провозной платы на один миллион тонн перевозимого груза. Эти расчёты показали, что в таком случае переплата составит **11 383 180,4527PPC**.

Но, в то же время, стоимость за перевозку груза не должна меняться в пути следования по маршруту, поскольку грузополучатель оплатил в твердой валюте. На основании изложенного считаем, что использование предлагаемой криптовалюты в системе международных грузовых перевозок является преждевременной и требует разработки механизма, который позволит регулировать курс криптовалюты в пределах заданного коридора по отношению к курсу твердых валют мира, то тогда появляется возможность использовать криптовалюту при организации железнодорожных перевозок.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куанышбаев, Ж.М. «Методика определения провозных плат». СИС № 421 от 31 марта 2014 года
2. Куанышбаев, Ж.М., Сермуханов Ж.Б. Авторское свидетельство о государственной регистрации прав на объект интеллектуальной собственности. Использование криптовалюты Peercoin (PPC) по маршруту ст. Аксу (КТЖ) – порт Ляньюньган (КНР). Запись в реестре за № 2517 от 01 августа 2018 г.
3. Международный железнодорожный транзитный тариф (МТТ) с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 января 2018 г. Тариф 8100. Официальное издание. Комитет ОСЖД, г. Варшава.
4. Пиркоины. Цены и статистика. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://bitinfocharts.com/ru/peercoin/>
5. Экспорт металлов. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://www.erg.kz>

*Материал поступил в редакцию 26.11.18.*

### THE USE OF CRYPTOCURRENCY PEERCOIN (PPC) ON THE ROUTE OF ST. AKSU (KAZAKHSTAN RAILWAYS) – PORT OF LIANYUNGANG (CHINA)

**Zh.M. Kuanysbayev**, Doctor of Engineering Sciences, Professor  
L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** *The article deals with the use of cryptocurrency Peercoin (PPC) on the route of st. Aksu (Kazakhstan Railways) – port of Lianyungang (China). The article presents similarities with Bitcoin and the main differences and advantages of Peercoin over its competitors.*

**Keywords:** *cryptocurrency, Peercoin, Bitcoin, exchange rate, electronic payment system.*

УДК 331.45

## ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТНОСТИ О СОСТОЯНИИ ОХРАНЫ ТРУДА В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

**М.К. Меденова**, старший научный сотрудник

РГКП Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда  
Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан (Астана), Казахстан

***Аннотация.** Предоставлен перечень документов по отчетности о состоянии безопасности и охраны труда на предприятиях, в соответствии с законодательством Республики Казахстан.*

***Ключевые слова:** охрана труда, документация, отчет, законодательство.*

На предприятиях и в организациях ведение документации по охране труда является обязательным и важным. Эффективность функционирования производственных процессов и организация системы управления охраной труда на предприятии во многом зависят от правильности документального оформления и своевременной отчетности о состоянии охраны труда.

Работодатель обязан вести документацию и отчетность по охране труда с целью качественного проведения анализа состояния условий и охраны труда на рабочих местах, оценку профессиональных рисков, своевременно устранять или уменьшить недопустимый риск, а также осуществлять корректирующие и профилактические мероприятия по обеспечению безопасных и безвредных условий труда.

Требования к работодателю по ведению отчетности о состоянии охраны труда составлены в соответствии с международными нормами и стандартами и закреплены действующим Трудовым кодексом Республики Казахстан (далее – ТК РК) от 23 ноября 2015 года № 414-V (с изменениями и дополнениями по состоянию на 21.07.2018 г.) [1].

### **Работодатель обязан предоставлять:**

*1 Документы государственной статистической отчетности (с периодичностью 1 раз в год):*

– отчет о численности работников, занятых во вредных и других неблагоприятных условиях труда (индекс 1-Т);

– отчет о травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваний, по факту (индекс 7-ТПЗ) [1].

*2. Документы государственной отчетности:*

– предоставлять информацию уполномоченному органу по вопросам занятости в соответствии с требованиями законодательства Республики Казахстан о занятости населения (пп.11 п. 2 ст. 23 ТК РК);

– обеспечить сохранность и сдачу в государственный архив документов, подтверждающих трудовую деятельность работников, и сведений об удержании и отчислении денег на их пенсионное обеспечение и обязательное социальное страхование (пп.17 п.2 ст. 23 ТК РК);

– обеспечить ведение реестров или других документов, определяемых работодателем, в которых указываются фамилия, имя, отчество (если оно указано в документе, удостоверяющем личность) и дата рождения работников моложе восемнадцати лет (пп.23 п.2. ст. 23 ТК РК);

– вести учет рабочего времени, фактически отработанного работником (п.1 ст. 79 ТК РК);

– работодатель обязан вести учет рабочего времени и времени отдыха каждого работника, работающего вахтовым методом (п.6 ст. 35 ТК РК);

– представить подписанный сторонами коллективный договор в местный орган по инспекции труда для мониторинга в течение одного месяца со дня подписания (п.11. ст. 156.гл. 14. ТК РК);

– осуществлять регистрацию, учет и анализ несчастных случаев, связанных с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваний (п.8. ст. 181.гл. 18. ТК РК);

– *один раз в квартал* предоставлять уполномоченному государственному органу по труду и местному органу по инспекции труда, представителям работников по их письменному запросу необходимую информацию для мониторинга состояния условий, безопасности и охраны труда (п.9. ст. 181.гл. 18. ТК РК);

– представлять результаты аттестации производственных объектов по условиям труда соответствующему местному органу по инспекции труда на бумажном и электронном носителях в месячный срок (п.13. ст. 181.гл. 18. ТК РК);

– копии материалов специального расследования несчастного случая, связанного с трудовой деятельностью, передаются работодателем в местный орган по инспекции труда по факту (п.10. ст. 190. ТК РК).

В помощь специалистам для организации работ в составлении отчетного документа является образец отчета по ОТ и календарь отчетности (с указанием срока подачи и наименования отчетности).

Законодательством Республики Казахстан установлена административная ответственность за не предоставление информации в области безопасности и охраны труда на основе первичной документации местным органам по инспекции труда.



От правильности ведения точной и своевременной отчетности о состоянии охраны труда во многом зависит эффективность планирования и безопасность функционирования производственных процессов.

В целях модернизации системы управления охраной труда и эффективного ведения организации работ по охране труда РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» разработал «Руководство по внедрению системы управления охраной труда», где предоставлены образцы документов и формы отчетности для внедрения на предприятиях Республики Казахстан в 2019 году.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт «Комитета по статистике Республики Казахстан». – Режим доступа: <http://stat.gov.kz>
2. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V (с изменениями и дополнениями по состоянию на 21.07.2018 г.) // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан – [www.adilet.zan.kz/rus](http://www.adilet.zan.kz/rus)

*Материал поступил в редакцию 26.11.18.*

### REPORTING OF THE STATE OF LABOR PROTECTION IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**M.K. Medenova**, Senior Researcher

Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection  
of the Population of the Republic of Kazakhstan (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** *A list of documents on reporting on the state of safety and protection of labor at enterprises in accordance with the legislation of the Republic of Kazakhstan is given in this paper.*

**Keywords:** *labor protection, documentation, report, legislation.*

УДК 331.45

## ОБУЧЕНИЕ РУКОВОДИТЕЛЕЙ И СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА

С.К. Наурызбаева<sup>1</sup>, С.С. Оразова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> руководитель Управления по организации обучения  
и научно-практической помощи работникам охраны труда, <sup>2</sup> директор  
<sup>1</sup> РГКП «Республиканский НИИ по охране труда

Министерства труда и социальной защиты населения РК) (Астана),  
<sup>2</sup> ГУ «Курсы повышения квалификации кадров социально-трудовой сферы  
Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» (Астана), Казахстан

***Аннотация.** Статья посвящена вопросам повышения квалификации руководителей и специалистов по безопасности и охране труда в Республике Казахстан.*

***Ключевые слова:** обучение, повышение квалификации, безопасность и охрана труда, образовательные центры.*

Конституция Республики Казахстан гарантирует право граждан на здоровые и безопасные условия труда, отвечающие требованиям безопасности и охраны труда.

Но, не смотря на принимаемые меры, вопросы создания безопасных условий труда, регулирования трудовых отношений на предприятиях различных отраслей экономики по разным причинам остаются актуальными [2].

Безопасность и охрана труда как всеобщая система научных знаний требует комплексного и системного решения. Практическая деятельность направлена на создание благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности людей в процессе труда, сохранения здоровья, предупреждения производственного травматизма и профессиональных заболеваний, обеспечения высокоэффективного и качественного труда.

В Республике Казахстан повышение квалификации по вопросам безопасности и охраны труда имеет государственную значимость на основании реализации требований трудового законодательства. Уровень и актуальность квалификации специалистов по безопасности и охране труда всё ещё не соответствует требованиям международных стандартов, в то время как современные требования модернизации и развития производственной экономики предполагают необходимость постоянного совершенствования безопасных условий труда.

С этих позиций, наряду с действенностью законодательных норм и правил, важно развитие общей культуры охраны труда как среди работодателей, так и среди работников организаций, чему в немалой степени могут и должны содействовать содержание обучения и качественный преподавательский состав обучающей организации.

Согласно недавним расчетам Международной организации труда (МОТ), ежегодно по причине выполнения трудовой деятельности погибают 2,78 млн человек. Это означает, что ежедневно почти 7700 человек умирают от связанных с работой заболеваний или травм. Кроме того, каждый год происходит 374 млн несчастных случаев и болезней, не связанных со смертельным исходом, многие из которых приводят к увеличению продолжительности отсутствия на рабочем месте [4].

### Данные по производственному травматизму за 2015 – 17 гг. по Казахстану



Рис. 1.

В Казахстане ежегодно около 1800 работников получают производственные травмы разной степени тяжести и с разным исходом. Как видим на рис. 1, в 2017 году произошло 1471 несчастных случая на производстве, где пострадало 1678 человек, тогда как в 2016 году произошло 1489 несчастных случаев с количеством пострадавших 1683 человека и в 2015 году – 1554 несчастных случая, пострадало 1723 человека.

Количество пострадавших со смертельным исходом следующее: за 2017 год – 244 человека, за 2016 год – 248 человек и за 2015 год – 251 человек.

### Распределение численности несчастных случаев по видам происшествий и основным причинам за 2017 год

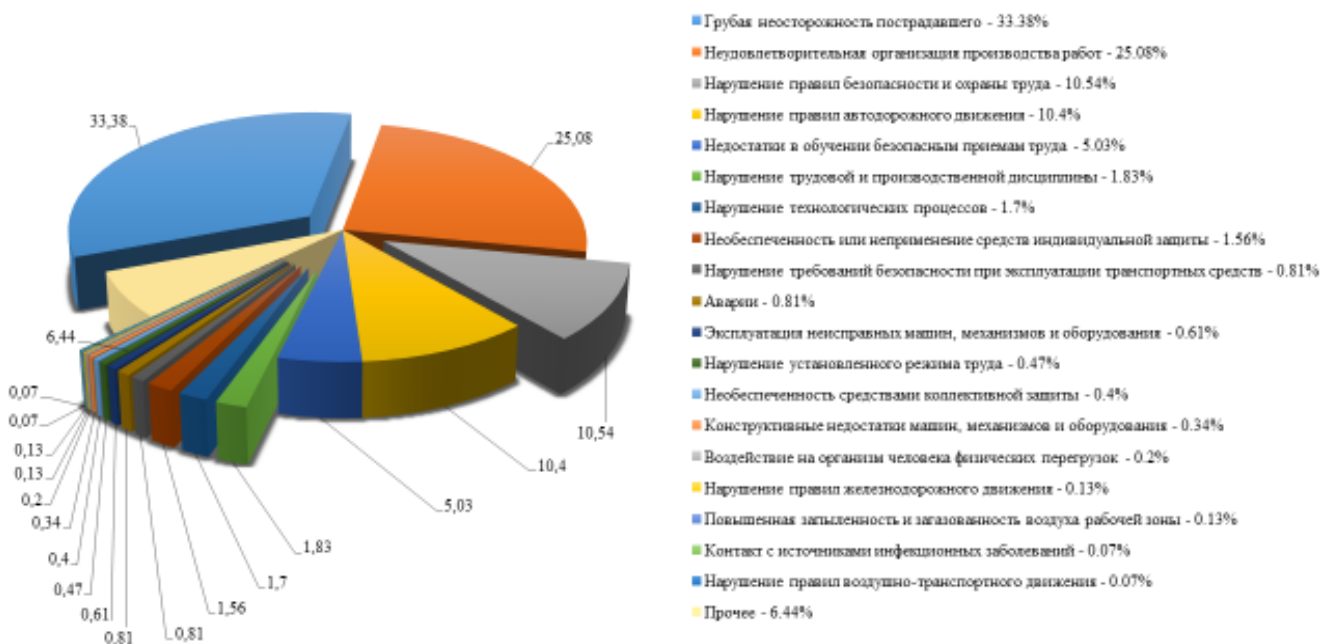


Рис. 2.

Основными причинами несчастных случаев являются:

- грубая неосторожность пострадавших – **491** случай (**33,38 %**);
- неудовлетворительная организация производства работ – **369** случаев (**25,08 %**);
- нарушение правил безопасности и охраны труда – **155** случаев (**10,5 %**);
- нарушение правил автодорожного движения – **153** случая (**10,4%**);
- недостатки в обучении безопасным приемам труда – **74** случая (**5,03 %**).

Другие причины приведены здесь же.

Около **90 %** причин несчастных случаев вызываются неправильным поведением работников, т.е. «человеческим фактором».

Всем известно, что легче и экономически выгоднее предупредить болезнь, чем лечить. А знание служит одной из форм предотвращения травматизма.

В европейских странах на повышение квалификации по охране труда выделяют от 2 до 5 % годового бюджета организации.

Каждый руководитель должен понять, что изучение требований и норм законодательства по безопасности и охране труда обезопасит от дисциплинарной, административной и уголовной ответственности за их нарушение [2].

Практика надзорно-контрольной деятельности свидетельствует о том, что из ежегодно выявляемых госинспекторами труда нарушений по вопросам безопасности и охраны труда наибольшее количество стабильно составляют нарушения, связанные с обучением и инструктированием работников по охране труда. Сегодня в проверочном листе при проверке организации госорганами есть пункт об обучении и проверке знаний по вопросам законодательства. Следовательно, каждый работодатель должен об этом помнить и своевременно по графику обучать специалистов. Работодатель должен быть заинтересован в качественных услугах образовательных центров [2].

Образовательные услуги в республике предоставляются в большом количестве различными образовательными центрами, вузами, а также учебными центрами внутри крупных компаний. По неофициальной информации, в каждом регионе Казахстана на сегодня действуют от 30 до 50 частных организаций, занимающихся повышением квалификации руководителей и лиц, ответственных за обеспечение безопасности и охраны труда предприятий. Однако в вопросах безопасности и охраны труда не всегда образовательный процесс соответствует требованиям нормативно-правовых актов. Есть случаи, когда некоторые частные образовательные организации вместо предусмотренного нормативно-правовыми актами объема проводят обучение в течение одного-двух дней, а то и нескольких часов или даже без обучения выдают сертификаты.

Получается, работодатель не заинтересован в качественных услугах образовательных центров, а ищет стоимость дешевле, а сроки короче. Он должен понять, что, покупая дешевые сертификаты без обучения, подвергает жизни работников опасности и свои финансы на их социальные выплаты.

Чтобы получить качественное образование, работодателю рекомендуется провести мониторинг среди образовательных центров, получить официальные сведения о профессиональном уровне лекторско-преподавательского состава [1].

Наш Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда оказывает образовательные услуги в рамках законодательства, где лекторы являются разработчиками нормативных правовых актов и членами рабочей комиссии Министерства труда и социальной защиты населения РК. Обучение по вопросам безопасности и охраны труда руководящих и ответственных работников в нашем Институте проводится с привлечением специалистов государственных органов надзора и контроля, преподавателей профильных учебных заведений, юристов и инженерно-технических работников и специалистов служб безопасности и охраны труда крупных промышленных организаций, имеющих соответствующую квалификацию, опыт работы в области безопасности и охраны труда и сертификат о прохождении обучения и проверки знаний по безопасности и охране труда [3].

Работодатель должен понять, что достойный труд – это безопасный труд, а безопасный труд является положительным фактором производительности и экономического роста. Ведь для того, чтобы избежать трагических ситуаций и сохранить жизнь сотрудников, достаточно грамотно организовать процесс обучения персонала и обеспечить непрерывный контроль за выполнением безопасных работ [1].

Вопросы обучения персонала должны быть главными и приоритетными в деятельности любой организации. Специалист должен повышать свой профессиональный уровень на протяжении всей своей жизни.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наурызбаева, С.К. Важное в обучении персонала / С.К. Наурызбаева // Журнал «Охрана труда. Казахстан». – Алматы, 2017. – С. 66-71.
2. Оразова, С.С. Знание закона – залог успеха. Организация повышения квалификации и профессиональной переподготовки государственных служащих, руководителей, специалистов организации в РКП «Курсы повышения квалификации кадров Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» / С.С. Оразова. – Астана, 2011.
3. Правила и сроки проведения обучения, инструктирования и проверок знаний по вопросам безопасности и охраны труда работников. Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». – [www.adilet.zan.kz](http://www.adilet.zan.kz)
4. Gasiorowski-Denis Elizabeth. Наш мир с ISO 45001. Editor-in-Chief of ISOfocus ISO. Электронный источник: <https://www.iso.org/ru/news>, 2018.

*Материал поступил в редакцию 26.11.18.*

**TRAINING OF MANAGERS AND EXPERTS  
IN THE FIELD OF SAFETY AND PROTECTION OF LABOR**

**S.K. Nauryzbayeva<sup>1</sup>, S.S. Orazova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Director of Management for the Organization of Training and Scientific and Practical Assistance to Employees of Labor Protection, <sup>2</sup> Director

<sup>1</sup> Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan (Astana),

<sup>2</sup> GU Advanced training courses of personnel of social and labor sphere Of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** *The article deals with the issues of professional development of managers and experts in safety and labor protection in the Republic of Kazakhstan.*

**Keywords:** *training, professional development, safety and protection of labor, educational centers.*

УДК 004.65:658

**СОЗДАНИЕ ПРОТОТИПА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ ХРАНИЛИЩА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПОРТАЛОВ ВУЗОВ****О.Г. Новикова<sup>1</sup>, В.А. Андреев<sup>2</sup>**<sup>1</sup> старший преподаватель, <sup>2</sup> магистрант

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Россия

***Аннотация.** Рассматривается технология разработки корпоративного хранилища данных для распределенной автоматизированной системы обучения и самотестирования; структура программного комплекса для дистанционного доступа к хранилищу больших данных.*

***Ключевые слова:** образовательный портал, большие данные.*

В настоящее время в рамках государственной образовательной парадигмы помимо вопросов индивидуализации, гуманитаризации и фундаментализации современного образования большое значение отводится проблемам интернатизации образования. В рамках последнего направления ресурсам Internet отводится роль не только средства поиска и получения «полезной информации», но и роль средства для развития существующих форм обучения и для создания новых. Так, характерной чертой для современных педагогических и методических исследований становится решение проблем дистанционного обучения, в этой связи особое внимание уделяется развитию концепций и различным формам дистанционного обучения, созданию центров дистанционного обучения и самотестирования.

Образовательный портал ВУЗа организован как системное многоуровневое объединение разных ресурсов и сервисов, к числу которых относится консолидированное хранилище данных, позволяющее использование произвольных источников данных (мультимедиа любого типа, документирование любых форматов, комбинирование разнородных источников информации – гипертекстовые данные и т.д.). Использование мультимедийных данных в образовательных сервисах позволяет реализовать: удаленное обучение, дистанционный доступ к учебным архивам аудио- и видеоматериалов. При этом курс лекций может содержать десятки часов видеоматериала. Необходимо иметь способы быстрого просмотра, чтобы решить, стоит ли этот курс заказывать, или чтобы отыскать в нем, скажем, десятиминутный или часовой фрагмент по интересующей теме. Нужны соответствующие методы доступа, и здесь возможны самые разные подходы – это могут быть наборы ключевых кадров, текстовые индексы, средства поиска сегментов, обладающих заданными характеристиками [3].

Поскольку мультимедийные данные в рамках образовательного портала ВУЗа относятся к классу больших данных, хранилище и система управления такими данными может и должна быть организована как распределенная структура. Задача интеграции всевозможных типов данных из множества источников является одной из важнейших для мультимедийных информационных систем. Кроме этого, определенные типы данных, в частности видео-, аудио- и анимационные последовательности, предъявляют также дополнительные требования к соблюдению определенных временных соотношений, которые необходимо учитывать при реализации их хранения и представления, а также манипулирования ими [1].

Дополнительная особенность образовательного портала – коллективное проектирование. Формирование хранилища данных реализуется объединенными усилиями экспертов (преподавателей, работодателей, внешних специалистов) и студентов. Для коллективного проектирования требуются новые формы управления параллельным доступом к базам данных и механизмов совместного использования информации; встает задача интеграции разнородных источников, включая унаследованные источники [2].

Для реализации поставленной задачи, с учетом перечисленных особенностей, была разработана архитектура консолидированного хранилища данных, позволяющая использование произвольных источников данных (мультимедиа любого типа, документирование любых форматов, комбинирование разнородных источников информации – гипертекстовые данные и т.д.). Для создания модуля безопасности было выполнено определение круга пользователей базы данных и оценка возможности разграничения полномочий пользователей.

Архитектура корпоративного хранилища представлена на рисунке 1.

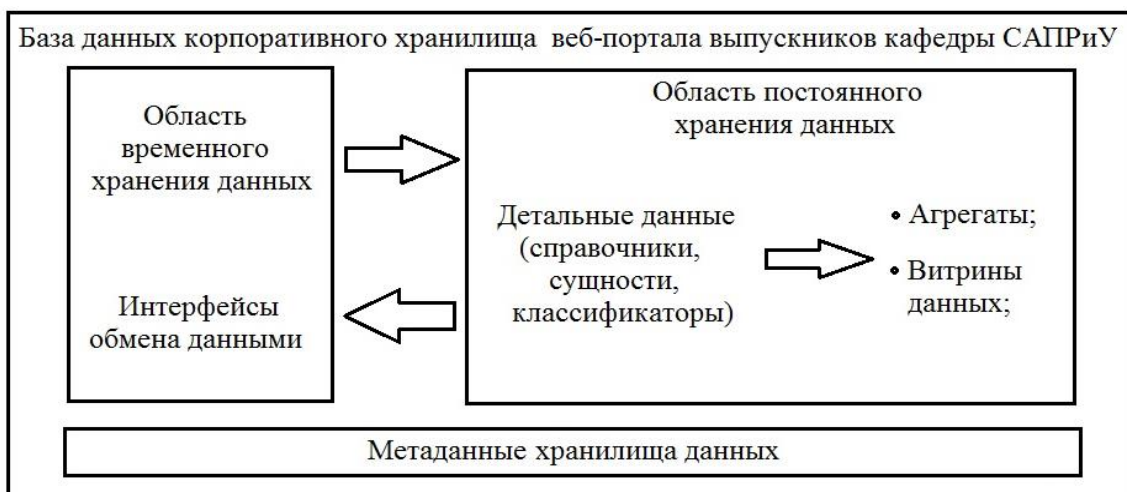


Рисунок 1. Архитектура организации областей хранения данных

- область временного хранения данных (СУБД, web-сервисы и т.д.) – предназначена для временного хранения данных, извлеченных из систем-источников;
- область постоянного хранения данных (детальные данные, агрегаты, витрины данных (общая информация о выпускниках и т.д.) – детальные данные (System of records) – область хранения детальных данных, приведенных к структуре модели данных корпоративного хранилища, прошедших сортировку; агрегаты (Summary area) – сгруппированные по времени (чаще просуммированные) детальные данные; витрины данных (Data Marts) – тематические наборы данных, хранящиеся в виде, пригодном для их анализа;
- область интерфейсов обмена данными (таблицы баз данных, в которых хранятся данные, подготовленные для передачи) – таблицы БД, в которых хранятся подготовленные для передачи в другие информационные системы данные из области постоянного хранения данных;
- область метаданных, содержащих информацию для настройки и использования (описание структур таблиц, взаимосвязей между ними) – являются важной частью архитектуры хранилища данных. Метаданные – это данные, описывающие правила, по которым «живет» хранилище. Например, с точки зрения базы данных хранилища, метаданными является описание структур таблиц, взаимосвязей между ними, правил секционирования, описание витрин данных и т.п.

Общая структура функционирования программного комплекса представлена на рисунке 2. Ядром системы является база данных портала PostgreSQL. Сервер подключает ее с помощью JDBC соединения и устанавливает соединение с кэш сервером Redis через TCP. Сервер обрабатывает запросы от двух клиентов – веб и Android приложения. При поступлении нового запроса, сервер передает его на контейнер сервлетов, из которых происходят запросы в кэш сервер и базу данных портала.

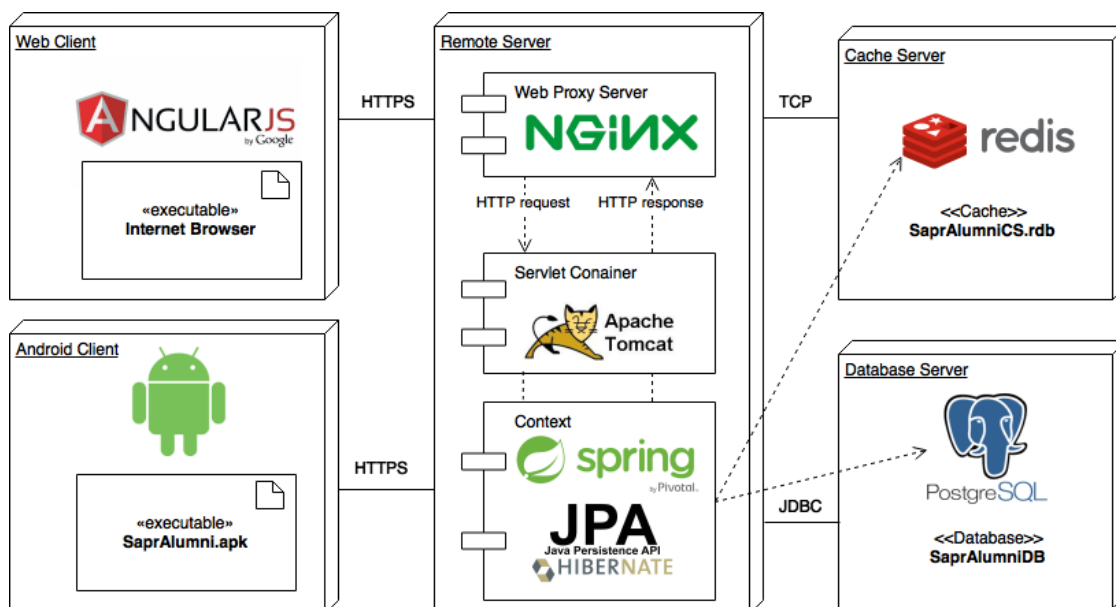


Рисунок 2. Общая структура функционирования программного комплекса

Функциональная структура автоматизированной системы представлена на рисунке 3.

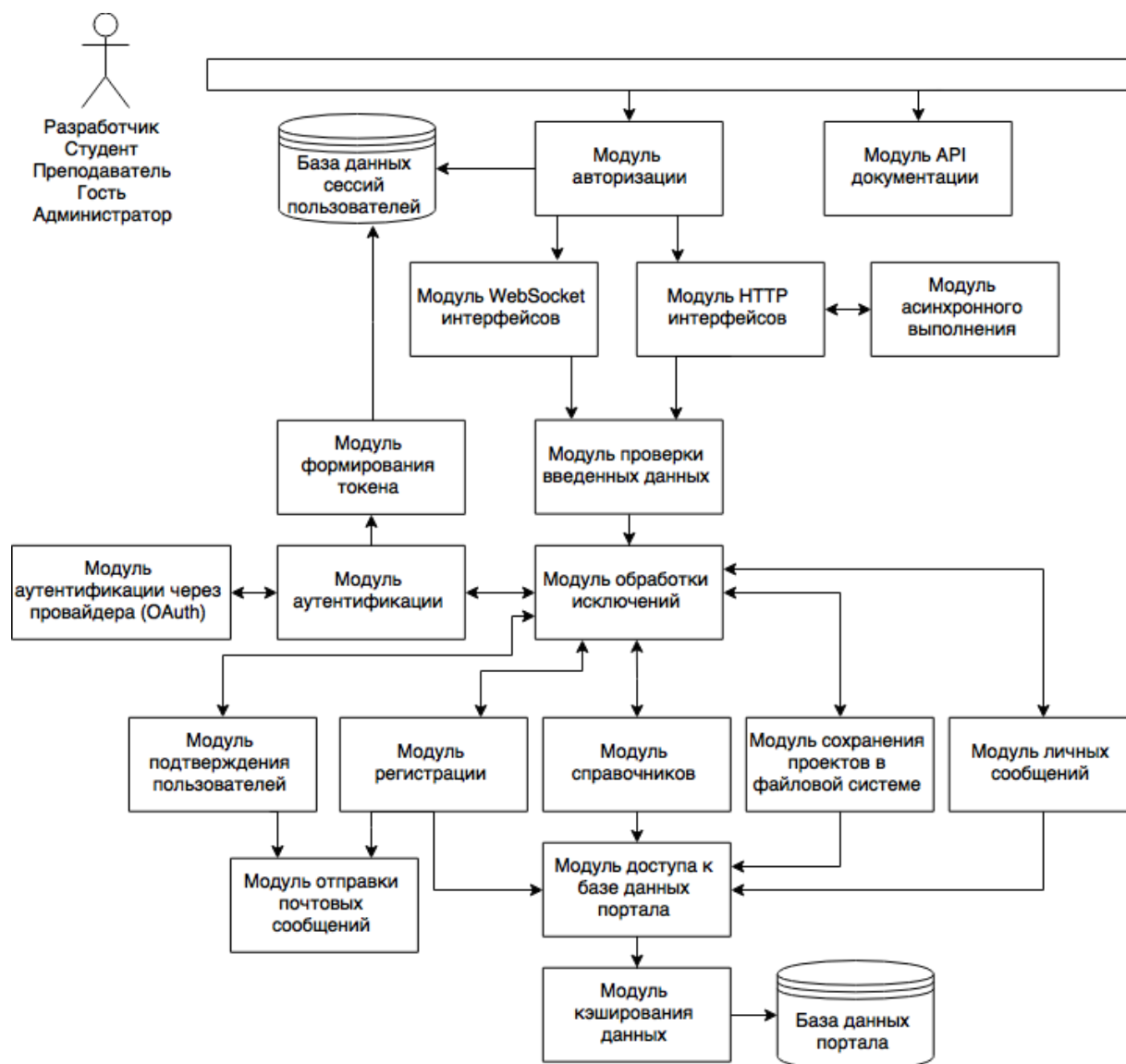


Рисунок 3. Функциональная структура автоматизированной распределенной системы обучения и самоконтроля

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аносова, Н.П. Распределенные базы и хранилища данных / Н.П. Аносова и др. – СПб.: Изд-во Интернет Университет, 2009. – 320 с.
2. Норенков, И.П. Автоматизированные информационные системы : учеб. пособие / И.П. Норенков. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 342 с.
3. Спирли, Э. Корпоративные хранилища данных. Планирование, разработка и реализация / Э. Спирли. – М.: ИД «Вильямс», 2010. – 400 с.

Материал поступил в редакцию 24.11.18.

### CREATING A PROTOTYPE OF INTEGRATED ENVIRONMENT OF BIG DATA STORAGE FOR EDUCATIONAL PORTALS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

O.G. Novikova<sup>1</sup>, V.A. Andreyev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Senior Lecturer, <sup>2</sup> Master's Degree Student  
Saint-Petersburg State Institute of Technology, Russia

**Abstract.** The technology of developing a corporate data storage for distributed automated system of teaching and self-testing is considered. The structure of the software package for remote access to the big data storage is investigated.

**Keywords:** educational portal, big data.



УДК 606:663.051

## ПОЛУЧЕНИЕ РИСОВОГО МАСЛА ИЗ ОТХОДОВ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ РИСА

Р.С. Ташменов<sup>1</sup>, Ж.С. Токсанбаева<sup>2</sup>, В.М. Джанпаизова<sup>3</sup>, Г.Ш. Аширбекова<sup>4</sup>

<sup>1</sup> кандидат технических наук, доцент, <sup>2</sup> кандидат фармацевтических наук, доцент,

<sup>3</sup> кандидат химических наук, доцент, <sup>4</sup> магистр, старший преподаватель

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,

Южно-Казахстанская медицинская академия, Казахстан

**Аннотация.** Проблема утилизации вторичных сырьевых ресурсов зерновых культур в настоящее время является актуальной проблемой. В научно-технической и патентной литературе недостаточно научно обоснованных решений по разработке ресурсосберегающих технологий переработки вторичных сырьевых ресурсов крупной промышленности.

**Ключевые слова:** масло, рисовые отруби, прессование, экстракция, фильтрация, жирные кислоты.

Представленная работа направлена на разработку научно обоснованных решений, необходимых для реализации комплексной ресурсосберегающей технологии использования вторичных сырьевых ресурсов переработки зерна риса.

Поэтому актуальным и необходимым является повышение степени и глубины переработки сырья, комплексное его использование, более полное извлечение из него ценных компонентов.

Мы потребляем достаточно много масел, в первую очередь подсолнечное, хлопковое и соевое, содержащих жирные кислоты семейства омега-6 (олеиновая, линолевая, линоленовая и арахидиновая) [2, 3].

Растительные масла с улучшенным (сбалансированным) составом жирных кислот можно получить в результате переработки рисовых отрубей.

Масло рисовых отрубей обладает высокой фармакологической активностью. Его употребление способствует более эффективному снижению уровня холестерина в плазме крови по сравнению с другими растительными маслами, богатыми линолевой кислотой за счёт присутствия в масле гамма-оризанола и его компонентов – тритерпеновых спиртов токотриенолов. Масло рисовых отрубей является природным антиоксидантом, источником витамина Е (токотриенола и токоферола) и комплекса антиоксидантов (гамма-оризанола и сквалена). Эти вещества помогают бороться со свободными радикалами в организме человека и замедляют старение. Рисовое масло рекомендуется для нормализации уровня холестерина крови и предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний.

В качестве объекта исследования использовали производственный отход переработки рисового зерна, произрастающего в южных регионах Казахстана. Выход рисовых отрубей составляет 10-12 % от массы риса – сырья.

Нами проведены экспериментальные исследования при четырёхкратном шлифовании рисового зерна. При этом образуются четыре фракции рисовых отрубей, содержание сырого масла в которых различно. Наибольшая маслячность отмечается у отрубей первого и второго шлифования – соответственно 17,4 и 16,1 %. Во фракциях отрубей, полученных на третьей и четвертой стадиях шлифования, содержание масла ниже – соответственно 13,8 и 12,5 % (таблица 1).

Таблица 1

Изменение маслячности рисовых отрубей по стадиям шлифования

№ п/п	Стадии обработки риса	Маслячность отрубей, полученной на различных стадиях шлифования, %
1	первой	17,4
2	второй	16,1
3	третьей	13,8
4	четвертой	12,5

Следовательно, данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что экономически выгодно извлекать масло из рисовых отрубей первого и второго шлифования, так как при одинаковых затратах можно извлечь больше масла.

Рисовые отруби представляет из себя тонкодисперсную систему и извлечь из неё масла без предварительной подготовки невозможно. Для этого необходимо решить две технологические задачи. Во-первых, следует осуществить гидротермическую обработку отрубей, при которой пластичная структура сырья приобретает определённую жесткость и улучшается фильтруемость экстракта за счёт коагуляции биополимеров таких, как крахмал и белки.

Одновременно гидротермическая обработка на фоне снижения влажности отрубей, приводящему к созданию внутренней пористости, обеспечивает инактивацию ее ферментной системы, в частности таких ферментов, как липаза и пероксидаза. Проявления указанных ферментов приводит к быстрой порче качества отрубей вследствие интенсивного гидролиза и окисления содержащегося в отрубях сырого масла.

Во-вторых, следует усилить дренажные свойства отрубей, т.е. свободные пространства между частицами. Это весьма важное обстоятельство, которое обеспечивает интенсивное вытекание масла из частиц наружу.

В исследованиях установлены оптимальные режимы гидротермической обработки сырых рисовых отрубей, предварительно увлажнённых до 16-18 %, 45-50 мин; температура разогрева отрубей в конце процесса термообработки 105-107 °С; содержание влаги в прожаренной мучке 6-7 %.

Известно, что дренажные свойства хлопкового ядра (мятки) повышаются, если перед жарением добавлять в мятку хлопковую шелуху с доведением лужистости до 15-17 %. По сравнению с гелевой частью (ядровой) шелуха имеет более жёсткую механическую структуру, при которой в процессе жарения частицы мятки сосредотачиваются вокруг частиц шелухи с частичным агрегированием на них. Таким путем при жарении создаётся каркас жареных отрубей, при котором повышается пористость ее слоя. Аналогичными свойствами может обладать и рисовая лужа, в случае ее добавления в отруби перед гидротермической обработкой.

Исходя из вышеизложенного, мы провели научные исследования по влиянию рисовой лужи и хлопковой шелухи добавляемых в сырые отруби перед гидротермической обработкой на экстрагируемость рисового масла.

Лужу или шелуху вводили в сырые отруби в количестве 3-15 % от ее массы. Полученную смесь материалов увлажняли до 18 %, затем подвергали термообработке в лабораторном сушильном шкафу при 110 °С в течение 45-50 мин с доведением температуры жаренной муки до 105-107 °С.

Из прожаренного материала извлекали сырое масло. Извлечённое сырое масло сначала отстаивали, отфильтровывали, перегоняли растворитель из него под вакуумом и определяли физико-химические показатели и затем подвергали рафинированию по общепринятой методике [1].

На рисунках 1 и 2 изображены кривые, отражающие влияние количества соответственно рисовой лужи и хлопковой шелухи, вводимых в сырые рисовые отруби перед гидротермической обработкой, на изменение масличности жмыхов, получаемых в процессе прессования материалов, претерпевших жарение.

В обоих случаях увеличение количества добавляемых в сырые отруби компонентов приводило к снижению масличности получаемых шротов.

Наиболее интенсивно масличность материалов уменьшалась при добавлении рисовой лужи и хлопковой шелухи в интервале изменения этого фактора 6-10 %. Последующее увеличение добавляемых для создания дренажа материалов от 10 до 15 % оказывало незначительное влияние на глубину извлечения сырого масла. Например, увеличение количества рисовой лужи в указанном интервале привело к уменьшению масличности жмыха всего от 1,7 до 1,1 %.

Сравнение результатов исследования полученных при использовании хлопковой шелухи и рисовой лужи привело нас к выводу о том, что более низкая масличность жмыхов достигается при добавлении к рисовым отрубям хлопковой шелухи.

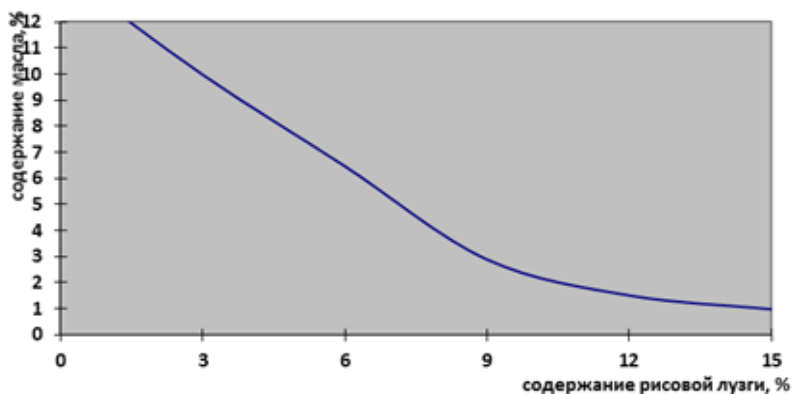


Рисунок 1. Влияние рисовой лужи, добавляемой в муку, на масличность жмыха

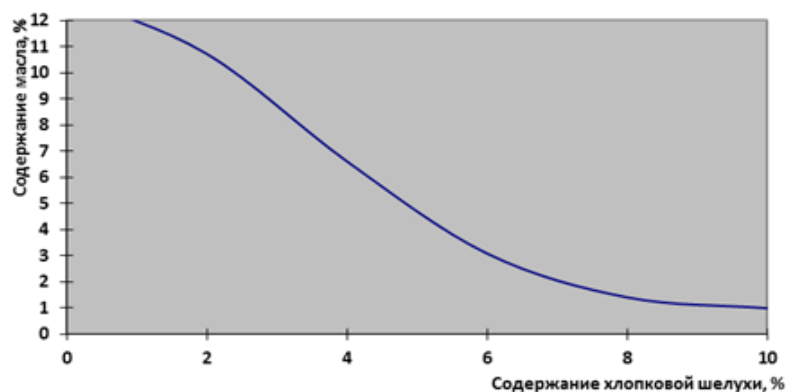


Рисунок 2. Влияние хлопковой шелухи, добавляемой в муку, на масличность жмыха

Характер изменения кривых позволяет сделать заключение о том, что оптимальное количество добавляемых в рисовые отруби рисовой лузги или хлопковой шелухи составляет 9 и 10 %.

В таблицах 2 и 3 представлены некоторые основные физико-химические показатели сырого рисового масла, извлечённого из рисовых отрубей, в состав которой перед жарением введено 10 % рисовой лузги.

Таблица 2

**Характеристика сырого рисового масла**

№ п/п	Наименование показателей	Численное значение
1	Кислотное число, мг КОН	11,7
2	Цветность в 1 см кювете при 10 жёлтых, кр. (син.) ед.	3 (12)
3	Содержание влаги и летучих веществ, %	0,48
4	Масличность рисового шрота, %	1,1%

Таблица 3

**Жирнокислотный состав масла из рисовых отрубей**

Показатели, %	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4	Образец № 5
Ненасыщенные кислоты:					
Линолевая	34	37,5	36	35,7	37
Олеиновая	39,2	39,5	41	41,5	42
Линоленовая	2,5	2	1,3	1,1	1
Насыщенные кислоты:					
Пальмитиновая	19,5	18,8	19,4	17,6	18
Стеариновая	2,8	2,2	2,2	2,5	2

Установлено:

- кислотное число сырого масла, которое составило 11,7 мг КОН;
- цветное число (цветность) масла в приборе «Ловибонд» – 3 кр. ед. при 12 син. ед.;
- содержание влаги и летучих веществ – 0,48 %.

**Выводы**

Таким образом, результаты исследований могут быть использованы при разработке новых ресурсосберегающих технологий в пищевых производствах.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Лебедева, З.К. Масло из рисовых отрубей, его получение и использование / З.К. Лебедева. – ГОСИНТИ. – М., 1958.
2. Лейбович, Р.Е. Технология производства растительного масла / Р.Е. Лейбович и др. – М., «Дрофа», 2010.
3. Сысков, К.И. Растительное масло / К.И. Сысков, Ю.Г. Королёв. – М., «Высшая школа», 1999.

Материал поступил в редакцию 29.11.18.

**RECEIVING RICE OIL FROM WASTE OF SECONDARY RAW MATERIALS WHEN RICE PROCESSING**

**R.S. Tashmenov<sup>1</sup>, Zh.S. Toksanbayeva<sup>2</sup>, V.M. Janpaizova<sup>3</sup>, G.Sh. Ashirbekova<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <sup>2</sup> Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor,

<sup>3</sup> Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, <sup>4</sup> Master, Senior Lecturer

M. Auezov South Kazakhstan State University,  
South Kazakhstan Medical Academy, Kazakhstan

**Abstract.** The problem of utilization of secondary raw materials of grain crops is currently an urgent problem. In the scientific, technical and patent literature, there are insufficiently scientifically substantiated decisions on the development of resource-saving technologies for the processing of secondary raw material resources of the cereal industry.

**Keywords:** oil, rice bran, pressing, extraction, filtration, fatty acids.

УДК 606:663.051

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ РИСОВОГО МАСЛА ИЗ РИСОВЫХ ОТРУБЕЙ

Р.С. Ташменов<sup>1</sup>, Ж.С. Токсанбаева<sup>2</sup>, В.М. Джанпаизова<sup>3</sup>, Г.Ш. Аширбекова<sup>4</sup>, Н.Н. Толганбек<sup>5</sup>

<sup>1</sup> кандидат технических наук, доцент, <sup>2</sup> кандидат фармацевтических наук, доцент,

<sup>3</sup> кандидат химических наук, доцент, <sup>4</sup> магистр, старший преподаватель, <sup>5</sup> магистр

Южно-Казахстанский Государственный Университет им. М. Ауэзова,

Южно-Казахстанская медицинская академия, Казахстан

***Аннотация.** В статье рассмотрена эффективность использования рисовых отрубей – отходов рисового зерна для получения масла. Установлены оптимальные способы гидротермической переработки рисовых отрубей. Проведены физико-химические исследования рисовых отрубей.*

***Ключевые слова:** рисовые отруби, гидролиз, фермент, экстракция, инозитфосфат.*

В настоящее время особо актуальна идея создания безотходного производства, основанного на принципе наиболее полного использования сырья, включая отходы. Малоотходные и безотходные технологии позволяют максимально и комплексно извлекать все ценные компоненты сырья. Применяемые в перерабатывающей промышленности технологические процессы в большинстве своём многоотходные. Большинство отходов, образующихся при переработке зерна, являются вторичными сырьевыми ресурсами, их переработка позволяет получить огромное количество ценнейших продуктов без вовлечения новых источников сырья.

Учитывая значительные объёмы производства и переработки риса в Казахстане, особый интерес представляет вторичное сырьё переработки зерна риса – рисовые отруби, которые могут быть источником ряда физиологически и биологически функциональных компонентов, в том числе ценного растительного масла. Однако в настоящее время данный ресурс в Казахстане практически никак не используется. Настоящая работа посвящена изучению вторичному использованию рисовых отрубей в пищевой промышленности.

Представленная работа направлена на разработку научно обоснованных решений, необходимых для реализации комплексной ресурсосберегающей технологии использования вторичных сырьевых ресурсов переработки зерна риса.

Поэтому актуальным и необходимым является повышение степени и глубины переработки сырья, комплексное его использование, более полное извлечение из него ценных компонентов.

В процессе переработки риса-зерна в крупу последовательно получают рис шелушённый, рис шлифованный, рис дроблённый и рис полированный. Побочными продуктами являются рисовые отруби и мучка.

Рисовые отруби представляют собой серовато-соломенного цвета мелко раздробленный порошок, смесь, состоящую из обрывков ткани, тонкой семенной оболочки, зародышей и обломков рисового зерна. По данным авторов [6] выход рисовых отрубей составляет 12-15 % к массе риса-зерна.

Рисовые отруби получают при выработке шлифованного столового белого риса. При шлифовании с зерна снимается семенная оболочка, зародыш и часть эндосперма.

Содержание в рисовых отрубях липидов довольно хорошо изучено [1, 4]. Эти работы отмечают, что уровень липидов в отрубях колеблется от 12 до 16,8 %. Столь высокое содержание липидов в рисовых отрубях и обуславливает получение из них пищевого масла. Авторы отмечают, что рисовое масло вполне пригодно для дальнейшего рафинирования и получения нейтрального, прозрачного продукта с очень хорошим вкусом и запахом, слабой окраской.

В нашей стране, исходя из благоприятных перспектив развития рисоводства и переработки риса, рисовые отруби могут служить сырьевым источником для получения рисового масла.

Существует достаточно много технологических схем переработки рисовых отходов, относящихся в основном, к шелухе риса [2, 5].

Проведённый анализ литературы показывает, что, хотя перечень предложенных способов применения данных отходов велик и, казалось бы, не должны существовать проблемы их утилизации, отходы до сих пор применяются в основном, в сельском хозяйстве. Это происходит из-за отсутствия комплексных технологий, учитывающих региональные условия.

Нами изучен химический состав рисовых отрубей, полученных в результате обработки риса, выращенных в южных регионах Казахстана. Это обуславливает возможность изготовления из них большого количества новых продуктов. Высокое содержание в отрубях витаминов группы В сыграло большую роль в питании, медицине, химии. Наиболее ценными компонентами рисовых отрубей являются высококачественный белок и пригодное в пищу масло, которым посвящены исследования.

В качестве объекта исследования нами был использован рисовые отруби. Выход ее составляет 10-12 %

от массы риса – сырца. Нами были изучены качественные и количественные показатели рисовых отрубей как источника получения ценных биологических активных веществ, в том числе пищевого и лечебно-профилактического масла. Качественные характеристики рисовых отрубей представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1

**Качественные показатели рисовых отрубей, в %**

№ образца	Влага	Зола общая	Органические примеси	Минеральные примеси
1	10,18	8,95	0,08	0,10
2	10,25	9,05	0,05	0,09
3	11,98	8,65	0,07	0,07
4	11,73	9,22	0,07	0,101
5	10,88	9,05	0,06	0,08

Таблица 2

**Химический состав рисовых отрубей, в %**

№ образца	Липиды	Белки	Крахмал	Фитин
1	13,2	12,8	24,6	4,6
2	14,0	10,8	23,8	4,2
3	15,1	11,8	25,4	3,8
4	14,6	12,3	26,1	4,0
5	15,2	13,7	24,8	4,4

Таблица 3

**Средние показатели образцов рисовых отрубей по основным составляющим веществам, %**

№ п/п	Показатели	Рисовые отруби				
		Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
1.	Масличность	14,15	14,5	17,2	16,1	15,8
2.	Крахмал	37,54	38,05	37,8	39,44	39,7
3.	Сырой протеин	16,35	16,5	17,09	17,20	16,65
4.	Фитин	4,42	4,21	3,95	3,98	4,12
5.	Зольность	8,97	8,99	9,2	9,01	9,14
6	Влажность	8,3	9,1	8,5	9,0	8,7

Как видно из таблиц 1-3, основным компонентом отрубей, как и зерна риса, являются углеводы, которые представлены в основном крахмалом, содержание которого колеблется в пределах 37,54-39,7 %. Наряду с углеводами отруби содержат достаточно высокое количество масла (14,15-15,2) и белка (16,35-17,20).

В работе использовали применяемые в производстве методы анализа масличного сырья и продуктов его переработки, изложенные в действующем «Руководстве» [3]. Содержание масла в рисовых отрубях определяли в аппаратах Зайченко и Нааба. Содержание сырого протеина по методу Кьельдаля.

Рафинацию сырого рисового масла проводили по общепринятой методике лабораторной пробной нейтрализации. Выход рафинированного масла определяли весовым методом. Цветность сырого и рафинированного масел определяли в цветометре «Ловибонд». Кислотное число (КЧ) сырого масла анализировали солевым, рафинированного масла – спирто-эфирным методами.

В исследованиях установлены оптимальные режимы гидротермической обработки сырой рисовых отрубей, предварительно увлажнённой до 16-18 %, 45-50 мин; температура разогрева отрубей в конце процесса термообработки 105-107 °С; содержание влаги в прожаренной муке 6-7 %.

**Выводы**

Таким образом, проведённые исследования показывают целесообразность и эффективность использования рисовых отрубей в качестве комплексного источника масла рисовых отрубей, обладающего высокой пищевой ценностью и лечебно-профилактическим эффектом.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ламисов, Л.В. Исследование состава и технологических свойств продуктов переработки риса с целью получения высокобелковых продуктов / Л.В. Ламисов. – М., 1977. – 146 с.
2. Рис и его качество / под ред Ф.С. Козьминой. – М., 1976. – 400 с.
3. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учёту производства в масложировой промышленности (под общ. редакцией В.П. Ржехина и А.Г. Сергеева). – Л. – ВНИИЖ. – 1967. – т. 1.
4. Сергеев, В.И. Возобновляемые источники химического сырья: комплексная переработка отходов производства риса и гречихи / В.И. Сергеев, А.А. Земнухова. – Владивосток: Институт химии Дальневосточного отделения РАН, 2001. – 15 с.
5. Фесенко, В.В. Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции «Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, новых видов пищевых продуктов в пищевой и перерабатывающей отрасли АПК» / В.В. Фесенко, О.В. Подаревский, В.А. Литенко. – Киев, 1991. – С. 120.
6. Шухнов, А.Ф. Изменение химического состава риса-сырца в процессе переработки / А.Ф. Шухнов // Сообщение и рефераты ВНИИЗ. – 1962. – № 6. – С. 35.

*Материал поступил в редакцию 29.11.18.*

## THE IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF RICE OIL PRODUCTION FROM RICE BRAN

**R.S. Tashmenov<sup>1</sup>, Zh.S. Toksanbayeva<sup>2</sup>, V.M. Janpaizova<sup>3</sup>, G.Sh. Ashirbekova<sup>4</sup>, N.N. Tolganbek<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <sup>2</sup> Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor,

<sup>3</sup> Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, <sup>4</sup> Master, Senior Lecturer, <sup>5</sup> Master

M. Auezov South Kazakhstan State University,  
South Kazakhstan Medical Academy, Kazakhstan

**Abstract.** *The article considers the efficiency of use of rice bran – waste rice seeds to obtain the oil. The optimal methods of hydrothermal processing of rice bran are established. Physical and chemical studies of rice bran were carried out.*

**Keywords:** *rice bran, hydrolysis, enzyme, extraction, inositol phosphate.*

УДК 606:663.051

## ФЕРМЕНТАТИВНОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ БИОПОЛИМЕРОВ ИЗ РИСОВЫХ ОТРУБЕЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ИНОЗИТФОСФАТОВ

Р.С. Ташменов<sup>1</sup>, Ж.С. Токсанбаева<sup>2</sup>, В.М. Джанпаизова<sup>3</sup>, Г.Ш. Аширбекова<sup>4</sup>, Н.Н. Толганбек<sup>5</sup>

<sup>1</sup> кандидат технических наук, доцент, <sup>2</sup> кандидат фармацевтических наук, доцент,

<sup>3</sup> кандидат химических наук, доцент, <sup>4</sup> магистр, старший преподаватель, <sup>5</sup> магистр

Южно-Казахстанский Государственный Университет им. М. Ауэзова,

Южно-Казахстанская медицинская академия, Казахстан

**Аннотация.** Известно, что введением в молекулу природного биологически активного соединения ионов биометаллов можно усилить и расширить спектр его терапевтического действия. Такие координационные соединения, в которых в качестве лигандов выступают молекулы природных соединений, а в качестве комплексообразователей – ионы переходных металлов (Cu, Co, Fe, Zn и др.) при относительно низкой токсичности обладают более высоким и разносторонним биологическим действием по сравнению с исходными соединениями. Они также выгодно отличаются от синтетических препаратов гораздо меньшей токсичностью, более простыми химическими и технологическими способами их получения, а, следовательно, и менее сложным аппаратным оформлением их производства.

**Ключевые слова:** рисовые отруби, гидролиз, фермент, экстракция, инозитфосфат.

Одним из новых, перспективных направлений в применении фосфорорганических соединений является использование их в качестве лекарственных препаратов. В настоящее время известно более 100 фосфорсодержащих лекарственных препаратов.

Фосфорорганические соединения, оказывающие холинергическое действие, были использованы впервые в качестве фосфорсодержащих лекарственных препаратов, в частности, в офтальмологии и акушерстве. В последнее время в медицине получили признание фосфорсодержащие лекарственные препараты, которые обладают антихолинэстеразной активностью и принципиально отличаются от ранее использованных фосфорсодержащих лекарственных препаратов как по химической структуре, так и по механизму действия. Наряду с противоглаукомными и другими антихолинэстеразными средствами сейчас применяются фосфорсодержащие витамины и их аналоги, препараты для профилактики и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы, антифунгальные, антибластометозные нейротропные, антибактериальные, антигельминтные, гормональные препараты, стимуляторы обмена веществ и другие лекарственные препараты.

Среди природных фосфорсодержащих соединений особое значения имеют инозитгексафосфорная кислота и её производные.

По наблюдениям М.А. Тыженко при приёмах инозитфосфата замечается в большинстве случаев резкое улучшение аппетита, уменьшение психической и физической утомляемости и значительное увеличение работоспособности. У мужчин после применения инозитфосфата замечается улучшение половой способности.

Разносторонняя и высокая биологическая активность инозитфосфатов обусловлена в первую очередь высоким содержанием в них фосфора и ионов переходных металлов. Известно, что главная функция фосфора, содержание которого в организме человека достигает 650 г, связана с ростом и поддержанием целостности костной ткани и зубов [1]. Другая его часть находится в мягких тканях и участвует в анаболических и катаболических реакциях, что видно из роли фосфата в образовании высокоэнергетических соединений (АТФ) и фосфорилировании промежуточных продуктов углеводного обмена.

Кальций является одним из пяти (O, C, N, H, Ca) наиболее распространённых элементов живого организма. Кроме построения костного скелета ионы кальция занимают ключевые позиции во многих физиологических и биохимических процессах (например, в передаче нервного возбуждения, поддержании целостности клеточных мембран и т.д.

Потребление кальция взрослым организмом достигает 1,0+1,1 грамм/сут. Предположение о возможной высокой биологической активности металлопроизводных действительно подтвердилось на синтезированных позднее координационных соединениях. Например, молибденовая соль кверцетина обладает иммуностимулирующим свойством, а соединения ИГФК с кобальтом и железом рекомендовано для лечения гемолитической анемии.

В последнее время инозитфосфат применяется в различных отраслях народного хозяйства, например, в пищевой промышленности в качестве стабилизирующих добавок к пищевым продуктам в процессе консервирования, используется также как ингибитор брожения, источником для получения инозита.

Из вышеизложенного следует, что технологии новых координационных соединений на основе ИГФК и их лекарственной формы в виде таблеток, является актуальным. Ограниченность объёма данной работы не позволила нам более полно описать все проблемы, ибо каждая из них может составить отдельный обзор, и мы пытались лишь осветить здесь ключевые проблемы.

Материалы и методы, использованные нами для проведения научных исследований, соответствуют требованиям ОФС Государственной фармакопеи XI издания, European Pharmacopoeia, the United States Pharmacopoeia, British Pharmacopoeia, ФС, ВФС и других нормативных документаций, регламентирующих качество лекарственных средств в Республике Казахстан.

При обработке полученных результатов исследований применён метод вариационно-статистического анализа с использованием критерия достоверности по Стьюденту ( $P < 0,95$ ).

Для определения специфичности, линейной зависимости, правильности и воспроизводимости методик количественного анализа активных компонентов в лекарственных препаратах использован метод валидации в соответствии с ОФС «Валидация аналитических методов» (Приложение к ГФ XI. 2002, Россия);

Review Guidance “Validation Chromathographic Methods”, Center for Drug Research (CDER), Washington, 1994; Validation of compendial method (USP, 1225), 2002.

В производстве рисовой крупы зерна подвергаются четырёхкратной шлифовке. Поэтому отходы зерновки риса представляют собой порошок серовато-соломенного цвета и состоит из смеси различных фракций шлифовки рисового зерна и некоторого количества мелко раздробленных зёрен.

По нашему мнению, представляет определённый интерес выявление наиболее богатой инозитфосфатом фракции шлифовки. Для этого определяли содержание продукта в каждой фракции.

С целью улучшения качественных показателей отходы рисового производства, как источника получения инозитфосфатов, нами разработана схема раздельного сбора отходов.

Результаты опытов приведены в таблице 1

Таблица 1

**Содержание инозитфосфата кальция и магния в различных фракциях шлифовки риса (в % в воздушно-сухой массе сырья)**

№ п/п	Отходы после первой шлифовки	Отходы после второй шлифовки	Отходы после третьей шлифовки	Отходы после четвертой шлифовки
1	4,98	3,78	1,95	0,89
2	5,12	3,80	2,06	0,75
3	5,08	3,76	2,03	0,78
4	5,01	4,01	2,00	0,98
5	4,96	3,81	1,98	1,02
6	4,97	3,69	1,90	1,04
7	5,02	3,75	1,84	1,02
8	5,06	3,73	1,75	0,88
9	4,98	3,82	1,72	0,96
10	5,04	3,79	1,88	1,06

По данным таблицы 1 видно, что наиболее богаты инозитфосфатом отходы первой и второй шлифовки. Количество отходов каждой фракции, получаемой в мелькомбинатах, примерно одинаково.

При этом достигнута возможность получения сырья для получения инозитфосфатов с большим на 30-40 % содержанием действующего вещества и состоящего только из первой и второй фракции шлифовки.

Динамика извлечения минеральных веществ и биополимеров из рисовых отрубей.

Минеральный состав рисовых отрубей могут изменяться в зависимости от состава почвы, условий роста растений и зрелости семян, что может влиять на минеральный состав инозитфосфатов.

В качестве объектов исследования были взяты образцы рисовых отрубей и инозитфосфата кальция и магния, полученного в лабораторных условиях. Определение содержания катионов металлов в растворе проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре.

Результаты анализа представлены в табл. 2

Таблица 2

**Минеральный состав рисовых отрубей и инозитфосфата кальция и магния, %**

Наименование образца	Минеральный состав				
	Кальций	Магний	Натрий	Калий	Фосфор
Рисовые отруби, образец № 1	0,924	0,074	0,012	0,018	0,914
Рисовые отруби, образец № 2	0,980	0,058	0,018	0,024	0,876
Инозитфосфат кальция, магния, образец № 1	21,09	2,75	0,026	0,03	20,30
Инозитфосфат кальция, магния, образец № 2	22,14	2,68	0,028	0,025	21,12

Из таблицы 2 видно, что рисовые отруби как источник инозитфосфатов содержат кальция и магния намного больше, чем калия и натрия. Это объясняется особой ролью этих катионов в жизни растений. В образцах инозитфосфата, полученных из рисовых отрубей, основное содержание минеральных компонентов приходится



на катионы кальция и магния. Причиной тому является то, что инозитгексафосфорной кислоты со щёлочноземельными металлами дают средние соли, нерастворимые в воде, в то время как их соли щелочными металлами растворяются в воде легко. Поэтому на стадии осаждения инозитфосфата кальция и магния в нейтральной среде натриевые и калиевые соли инозитгексафосфорной кислоты остаются в маточном растворе.

Что касается количественного соотношения кальция и магния в образце инозитфосфата, то здесь наблюдаются значительные отклонения от состава, известного в литературе, где пять атомов магния и один атом кальция в молекуле инозитфосфата составляют около 14 % и 4,9 % соответственно.

В лабораторном образце инозитфосфата кальция и магния обнаружено магния меньше (2,7 %), а кальция больше (22,8 %). Если на стадии осаждения инозитфосфатов ввести дополнительное количество ионов кальция, то можно добиться ещё большего увеличения кальция (до 27 %), а также резкое уменьшение содержания натрия и калия за счёт удаления водорастворимых щелочных солей инозитгексафосфорной кислоты.

Следовательно, минеральный состав инозитфосфата зависит как от способа его выделения, так и от природы исходного сырья.

С целью получения инозитфосфата кальция, где одна молекула инозитгексафосфорной кислоты соединена с пятью атомами кальция и одним атомом магния, проводили подбор условий технологического процесса с введением дополнительного количества ионов кальция. Для этого в процессе получения инозитфосфата кальция из рисовых отрубей, минеральный состав которого уже был установлен, на осветлённый экстракт добавляли расчётное количество хлорида кальция [3]. Таким образом, разработана технология, позволяющая получать образцы инозитфосфата кальция. Элементный анализ в %: Са – 26,8; 26,4; С – 7,6; 7,3; Н – 0,65; 0,62; Р – 20,4; 20,7; С<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>4P<sub>6</sub>Ca<sub>6</sub>.

Наряду с минеральными веществами в рисовых отрубях содержится значительное количество белков, крахмала и других веществ. Поэтому в сырье нами определялось содержание сырого протеина, липидов, золь, сырой клетчатки и крахмала методами [2]. Полученные данные представлены в Таблице 3.

Таблица 3

Содержание основных компонентов в рисовых отрубях, %

Содержание компонентов	Рисовые отруби			
	образец 1	образец 2	образец 3	образец 4
Влажность	9,40	9,60	9,30	9,70
Инозитфосфат кальция и магния	3,86	3,94	3,78	4,02
Сырой протеин	12,14	10,71	1,64	10,48
Жиры	9,84	10,08	9,46	9,18
Сырая клетчатка	4,56	4,45	4,07	4,12
Крахмал	22,14	21,58	22,17	21,04

В процессе экстрагирования инозитфосфатов и их металлопроизводных наряду с другими веществами, содержащимися в сырье, извлекаются в большом количестве белки и крахмал. Содержание последних в экстракте повышает его вязкость, затрудняет очистку от мелкодисперсных частиц.

Кроме того, белки и крахмал находясь в растворе инозитфосфатов, могут образовывать комплексные соединения с инозитгексафосфорной кислоты и резко снижает выход целевого продукта. Поэтому нами изучалась экстрагируемость инозитфосфатов, белков и минеральных веществ из сырья в зависимости от условий процесса.

Экстрагируемость минеральных веществ из рисовых отрубей как функция от рН среды в диапазоне 4,0–8,0 почти совпадает с экстрагируемостью инозитфосфатов. Это подтверждает данные по растворимости для соответствующих солей инозитгексафосфорной кислоты. Здесь также можно предположить, что кальциевые, магниевые, натриевые и калиевые соли инозитфосфатов имеют тенденцию растворяться при низких значениях рН и, наоборот, не растворяться при высоких рН.

Вышеизложенные результаты дают основание сделать вывод о том, что процесс экстрагирования инозитфосфатов целесообразно проводить из рисовых отрубей при рН 2–2,5. При этом в извлечение будет переходить минимальное количество белков. Однако характерна для рисовых отрубей то, что ни в одном случае не достигается полное извлечения инозитфосфатов. Это объясняется тем, что последнее в растениях находятся не только в виде минеральных солей, но и в виде комплекса с углеводами, липидами и белками, и составляют основную часть биологической мембраны клетки. Поэтому направленный гидролиз биополимеров растительного сырья мог бы дать возможность увеличения экстрагируемости инозитфосфатов.

Применение ферментных препаратов при получении инозитфосфатов из рисовых отрубей.

Ферментные технологии в последнее время бурно развиваются и широко применяются в различных отраслях и в частности в производстве лекарственных препаратов. В производстве фитохимических препаратов ферменты можно использовать для направленного гидролиза растительных материалов и осветления экстрактов с целью улучшения фильтрации и повышения выхода конечной продукции. В основе повышения выхода лежит то, что некоторые ферментные препараты способны воздействовать на структурные элементы растительных клеток, расщепляя биополимеры клеточных оболочек, усиливая процесс диффузии одновременно снижается и вязкость экстрактов. На основе осветляющего действия ферментных препаратов лежит расщепление коллоидных частиц, обуславливающих помутнение экстрактов, представляющих собой сложную смесь белков, полисахаридов, пектиновых веществ и др. [4]

Нами исследована возможность использования ферментных препаратов при получении производных инозитфосфатов из рисовых отрубей.

Известно, что в рисовых отрубях содержится большое количество белка и нерастворимого крахмала, которые затрудняют процесса экстракции и разделение экстракта от штора. Мы определяли содержания вышеупомянутых соединений в рисовых отрубях известными способами.

Данные представлены в табл. 4.

Таблица 4

Содержание крахмала и белка в рисовых отрубях

Номер образца рисовых отрубей	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Крахмал, %	22,4	21,58	21,17	21,04	21,41	22,03	21,27	21,12	22,64
Белок, %	12,14	10,71	11,64	10,48	11,56	11,24	10,96	12,02	10,76

Из результатов, приведённых в таблице следует, что сырье содержит большое количество белков и крахмала, значительно затрудняющих стадии экстракции, и фильтраций экстракта.

Нами исследована ферментативная способность некоторых ферментных препаратов с амилолитической и протеолитической активностью, такие как амилосубтиллин г 10х, аминоризин п 10х, глюкоамилаза, протосубтиллин г 10х, амилосубтиллин г 3х, амилоризин Пх. Предполагалось, что ферментативное расщепление биополимеров растительного сырья может существенно изменить ряд стадий производства инозитфосфатов из рисовых отрубей.

Оптимальные условия действия этих ферментных препаратов примерно одинаковы, что удобно для проведения экспериментов по технологии ферментации растительного сырья.

Для гидролиза биополимеров из рисовых отрубей мы проводили исследования по изучению ферментативной активности ряда ферментных препаратов с амилолитической и протеолитической активностью.

Ниже в таблице 5 приведены некоторые характеристики использованных ферментов.

Таблица 5

Название ферментного препарата	Продуцент	Активность	Оптимальные условия
Амилосубтилин, Г 10х	Bacillus subtilis	АС 3000 ПА 2	pH 6,3
Амилоризин, П 10х	Aspergillus orirae	АС 2000 ОС 10000 ПА 30	pH 4,7-5,5 50-55 °С
Глюкоамилаза	Aspergillus awomori	Гл.А 2000 АС 50 ПА 15	pH 3-5 55-60 °С
Протосубтилин, Г 10х	Bacillus subtilis	ПА 70 АС 150	pH 4,5-6,5 50-55 °С
Амилосубтилин, Г 3х	Bacillus subtilis	АС 1000 ПА 5	pH 6-6,3 50-55 °С

Примечание: АС – амилолитическая активность; ПА – протеолитическая активность; ОС – осахаривающая; Гл.А – глюкоамилазная.

Для определения оптимальных условий действия ферментов проводили эксперименты по ферментации растительного сырья примерно в одинаковых условиях, исходя из данных таблицы. При гидролизе биополимеров растительного материала оптимальная концентрация ферментов находится в пределах 0,5 – 2,0%. Исходя из этого в экспериментах использованы 1,0 % – ные растворы ферментов.

Ферментацию проводили следующим образом:

По 500 г рисовых отрубей загружали в экстракторы, снабжённые мешалкой и устанавливали на водяную баню и заливали 1,0 % – раствор фермента, массу подкисляли раствором азотной кислоты до pH, соответствующей оптимальному значению активности выбранного фермента и включали мешалку. Ферментацию проводили в течение 1 часа. После завершения ферментации суспензию подкисляли до pH 2,5 и в течении 30 мин проводили экстракцию инозитфосфатов.

Извлечение отделяли от штора и определяли ее степень осветлённости. Степень гидролиза биополимеров определяли по количеству образовавшейся глюкозы спектрофотометрическим глюкооксидазным методом.

Количество аминокислот, образующихся при гидролизе белков и пептидов определяли по известной методике.

Далее собранный экстракт передавался на стадию получения металлокомплексов инозитгексафосфорной кислоты.

Таблица 6

**Зависимость степени осветления экстракта, выход глюкозы и аминокислота от природы фермента**

1,0 %-ные растворы ферментов	Степень осветления экстракта, %	Содержание глюкозы в экстракте, %	Содержание аминокислоты в экстракте, %	Выход инозитфосфата кальция и магния от массы сырья, %
Амилосубтиллин г3х	68,7	5,89	1,58	3,74
Амилосубтиллин г10х	88,2	8,76	5,41	3,96
Амилоризин п10х	94,8	10,84	8,64	4,23
Амилоризин г10х	74,5	5,17	8,12	3,84

Из экспериментальных данных, представленных в таблице следует, что лучшие результаты имеем при применении ферментных препаратов амилоризин п10 х и амилосубтилин г10 х.

Учитывая, что амилоризин п10х обладает комбинированным действием при рН 4-4,5 расщепляет крахмал до глюкозы, а при рН 2-2,5 расщепляет белковые вещества. Для дальнейших исследований мы выбрали амилоризин п10х. Кроме того производство этого ферментного препарата организовано в промышленных масштабах.

Изучены различные фракции отходов шлифовки риса-зерна на содержание инозитфосфата и предложен богатый источник сырья, содержащий более 4% целевого продукта.

Изучена растворимость инозитфосфата и кинетика его экстрагирования из сырья, найдены оптимальные условия процесса с применением математического метода планирования эксперимента в варианте Бокса-Уилсона.

**Выводы**

Разработан оригинальный способ получения инозитфосфата из рисовых отрубей с применением ферментных препаратов. Установлено, что за время ферментации при рН – 4,5 происходит гидролиз углеводов и частичная экстракция инозитфосфата путем увеличения кислотности среды рН – 2,5, осуществлён гидролиз инозитбелкового и белковых биополимеров и достигнута более полная экстракция инозитфосфата.

Применение ферментативного гидролиза биополимеров рисовых отрубей снижает вязкость экстракта, улучшает его фильтруемость и увеличивает выход целевого продукта на 30-35 %.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Позняковский, В.М. Пищевые и биологически активные добавки / В.М. Позняковский, А.Н. Австриевских, А.А. Бековцев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва – Кемерово: Изд-вое объединение «Российские университеты», 2005. – 275 с.
2. Проскурина В.Л. Исследование процессов и разработка режимов стабилизации качества рисовых отрубей при хранении и получении из них масла методом экстракции: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.Л. Проскурина. – Краснодар, 1971. – 23 с.
3. Рис и его качество / под общ. ред. Е.П. Козьминой. Перевод с англ. Г.М. Бардышева и Н.А. Емельяновой – М.: Колос, 1976. – 53 с.
4. Шухнов, А.Ф. Изменение химического состава риса-сырца в процессе переработки / А.Ф. Шухнов // Сообщение и рефераты ВНИИЖа, 1963. – № 6. – С. 27–81.

Материал поступил в редакцию 29.11.18.

## THE ENZYMATIC DEGRADATION OF BIOPOLYMERS FROM RICE BRAN WHEN RECEIVING INOSITOL PHOSPHATES

R.S. Tashmenov<sup>1</sup>, Zh.S. Toksanbayeva<sup>2</sup>, V.M. Janpaizova<sup>3</sup>, G.Sh. Ashirbekova<sup>4</sup>, N.N. Tolganbek<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <sup>2</sup> Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor,

<sup>3</sup> Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, <sup>4</sup> Master, Senior Lecturer, <sup>5</sup> Master

M. Auezov South Kazakhstan State University,  
South Kazakhstan Medical Academy, Kazakhstan

**Abstract.** It is known that the introduction into the molecule of a natural biologically active compound of ions of biometals can enhance and expand the range of its therapeutic action. Such coordination compounds, in which molecules of natural compounds act as ligands, and transition metal ions (Cu, Co, Fe, Zn, etc.) as complexing agents, with relatively low toxicity, have a higher and more diverse biological effect compared to the initial compounds. They also compare favorably with synthetic drugs by much lower toxicity, simpler chemical and technological methods for their preparation, and, consequently, less complex instrumentation for their production.

**Keywords:** rice bran, hydrolysis, enzyme, extraction, inositol phosphate.

---

---

**Agricultural sciences**  
**Сельскохозяйственные науки**

---

---

УДК 628.1:636.084.22:681.32

**ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ ОБВОДНЕНИЯ ПАСТБИЩ  
НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

**В.А. Тумлерт<sup>1</sup>, И.А. Югай<sup>2</sup>, К.И. Кушенов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> кандидат технических наук, заведующим отделом «Сельскохозяйственное водоснабжение»,

<sup>2</sup> научный сотрудник, <sup>3</sup> кандидат сельскохозяйственных наук

<sup>2</sup> Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства (Тараз),

<sup>3</sup> Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства (Алматы), Казахстан

***Аннотация.** Цифровизация – ключевой фактор развития АПК Республики Казахстан. В работе приводятся результаты реализации ГИС концепции создания информационных систем для обширных пастбищных территорий Республики Казахстан на основе обобщенных крупномасштабных карт, комплексных сведений о пастбищных массивах и степени их обводненности.*

***Ключевые слова:** геоинформационная система, информационно-советующая система, цифровая карта, пастбище, обводнение.*

Одной из социально-экономических задач, стоящих перед агропромышленным комплексом Республики Казахстан, особую важность представляет проблема обеспечения продовольственной безопасности, в решении которой ведущая роль отводится животноводству [1]. Наличие большой территории и почвенно-климатические условия Казахстана создают благоприятные условия для развития отгонного животноводства.

В настоящее время наиболее универсальным инструментом для оценки состояния пастбищных земель в связи с антропогенным воздействием и с природными явлениями, являются математические модели или компьютерные информационные технологии. Для того чтобы результаты математического моделирования стали элементом поддержки принятия решений, эти результаты должны свободно передаваться в геоинформационные системы и, наоборот, необходимые данные из ГИС должны распознаваться и импортироваться моделирующей системой для использования в расчётах [3].

Для решения задач мониторинга и картирования пастбищных угодий и имеющихся на них водозаборных сооружений в Казахском НИИ водного хозяйства была разработана ГИС карта современного расположения водозаборных сооружений на пастбищных территориях по всем областям республики (рисунок 1), которая решает проблему хранения, систематизации и анализа специфической информации с возможностью редактирования цифровой графической основы карты.

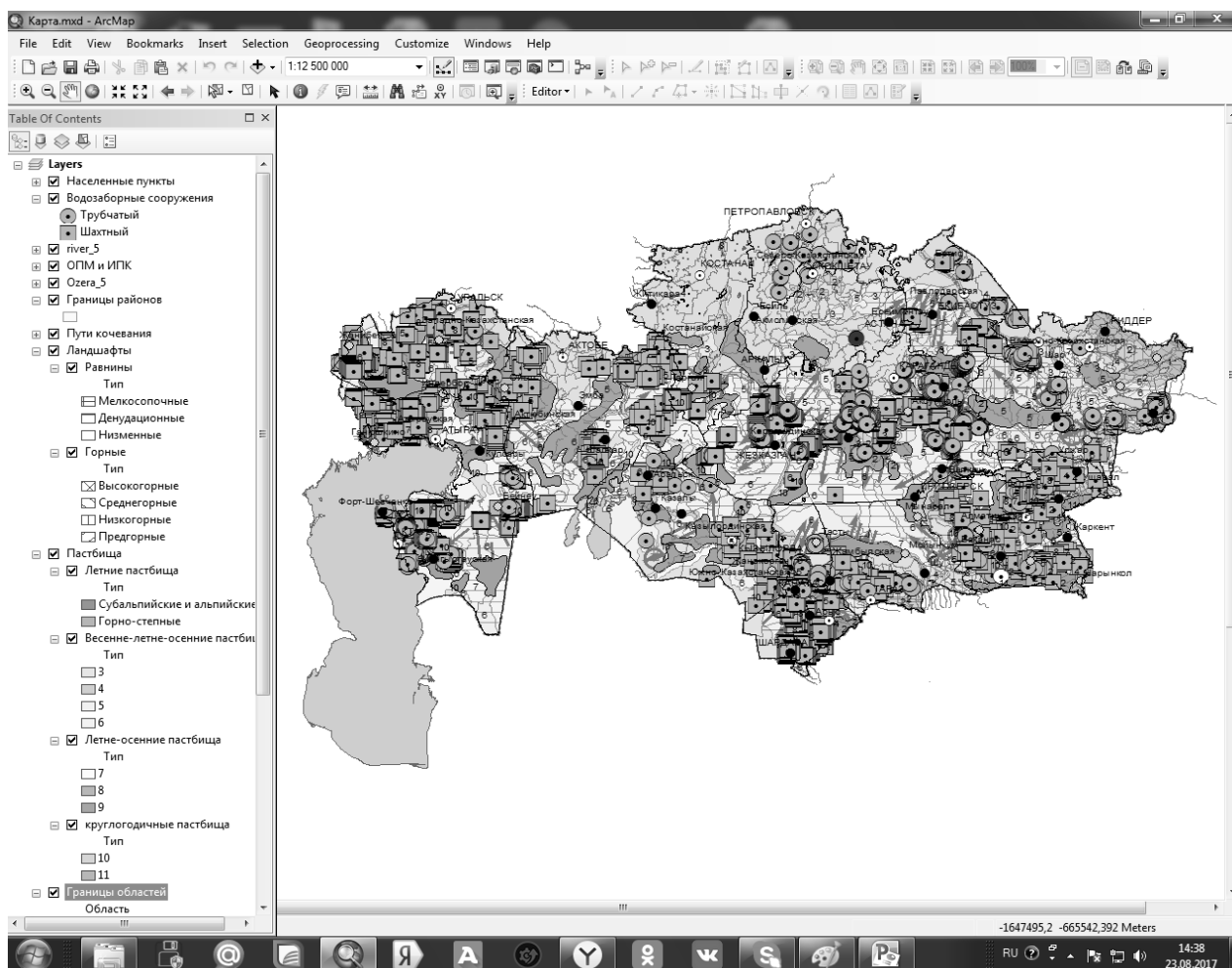


Рисунок 1. Цифровая карта современного расположения обводнительных сооружений на пастбищных угодьях по областям РК с указанием сезонности пастбищ и направлений движения скота при отгонной системе животноводства

Разработанный проект ГИС рассматривается как пилотный, т.е. карты можно совершенствовать с учетом новой информации (выделять или удалять полигоны на карте, включать в легенду дополнительные подразделения, вносить необходимые показатели и др.). Карта содержит данные по сезонности использования пастбищ отдельных областей Казахстана, а также возможным направлениям перемещения скота при отгонной системе животноводства. На карте пастбищные районы отображаются отдельными полигонами в зависимости от сезонности пастбищных комплексов. Слои карты можно выделять и просматривать каждый слой по отдельности.

Учитывая функциональные возможности геоинформационных систем разработан механизм оценки состояния и выявления потенциала пастбищных территорий на основе ГИС карт (рисунок 2).

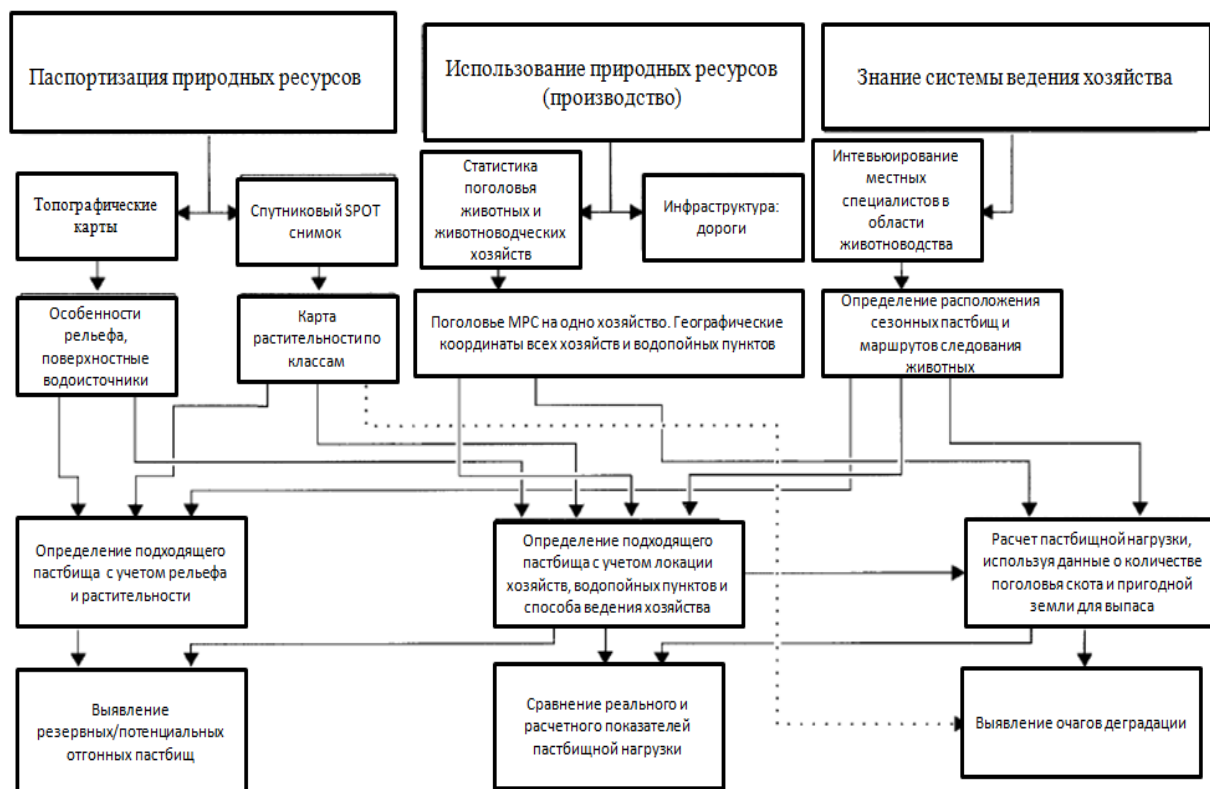


Рисунок 2. Механизм определения ограничений и возможностей использования пастбищ на основе ГИС и дистанционного зондирования

С помощью данных ГИС может производиться моделирование предполагаемых сценариев использования отгонных пастбищ с оценкой степени деградации земель. В перспективе на карту планируется внесение отдельного слоя представления данных по продуктивности пастбищных массивов, отражающих типологию пастбищной растительности, сезонность её использования для пастбища, среднегодовую урожайность, кормоёмкость, кормозапас с привязкой к административным областям, районам и сельским округам. С помощью подсистемы можно будет производить автоматизированный расчёт пастбищной нагрузки, выявлять земли потенциально пригодные для выпаса животных с учетом рельефа местности и расстояния до источника воды, определять масштабы деградации зон интенсивного использования пастбищных земель.

Другой разработкой Казахского НИИ водного хозяйства, отвечающей реалиям времени, является информационно-советующая система (ИСС) по выбору методов восстановления водозаборов (шахтных колодцев и скважин) подземных вод. ИСС содержит базу данных (БД) общих параметров пастбищных водозаборов, включающую код и тип сооружения, координаты, диаметр, дату ввода в эксплуатацию, установленный интервал профилактических работ, описание водоподъёмного механизма. **Блок выработки рекомендаций** функционирует на основании информации блоков БД водозаборов и причин снижения производительности. Для принятия научно-обоснованных решений по оптимальным условиям организации обводнения пастбищ **в настоящее время проводятся работы по слиянию ГИС карты и ИСС по выбору методов восстановления водозаборов подземных вод с переводом их на платформу мобильного приложения**. Загружая данные о том или ином водозаборе, фермеры получают качественные характеристики его состояния. **При вводе показателя снижения производительности работы блок выработки рекомендаций** производит выдачу решений выхода из создавшейся ситуации с использованием различных методов восстановления с **возможностью сравнения их экономической эффективности**.

Таким образом, разработанные информационные системы существенно облегчат планирование мероприятий по организации обводнения пастбищ, рациональному использованию и охране пастбищ. На карту с помощью программных инструментов при необходимости могут наноситься надписи, маршруты стад, условные обозначения производственных сооружений, отображать площади угодий, повреждённые или снизившие запасы кормов перевыпасом скота и т.д. В перспективе возможно построение системы управления отгонными пастбищами в РК на основе цифровых картографических моделей с использованием современных ГИС-технологий, которые являются основным инструментом для устойчивого управления пастбищными ресурсами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послание Главы государства Н.А. Назарбаева народу Казахстана «Новые возможности развития в условиях Четвертой промышленной революции» от 10 января 2018 г.
2. Rasmussen, M.S. Supporting Mongolian pastoralists by using GIS to identify grazing limitations and opportunities from livestock census and remote sensing data / M.S. Rasmussen, R. James, T. Adiyasuren, et al. // GeoJournal. – 1999. – No. 47. – P. 563–571.
3. Shereif H. Mahmoud, A.A. Alazba Integrated remote sensing and GIS-based approach for deciphering groundwater potential zones in the central region of Saudi Arabia. / Environmental Earth Sciences, #75 (2016) 75:344 p.

*Материал поступил в редакцию 21.11.18.*

#### THE PROGNOSIS FOR IRRIGATION OF PASTURES ON THE BASIS OF INFORMATION SYSTEMS

V.A. Tumkert<sup>1</sup>, I.A. Yugay<sup>2</sup>, K.I. Kushenov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Engineering Sciences, Head of Department “Agricultural water supply”,

<sup>2</sup> Research Officer, <sup>3</sup> Candidate of Agricultural Sciences

<sup>2</sup> Kazakh Scientific Research Institute of Water Economy (Taraz),

<sup>3</sup> Kazakh Scientific Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production (Almaty), Kazakhstan

**Abstract.** *Digitalization is a key factor in the development of agriculture of the Republic of Kazakhstan. The paper presents the results of GIS implementation of the concept of creating information systems for vast pasture areas of the Republic of Kazakhstan on the basis of generalized large-scale maps, comprehensive information about pasture areas and their degree of water cut.*

**Keywords:** *geographic information system, online help, digital map, pasture, watering.*

# Наука и Мир

## Ежемесячный научный журнал

№ 12 (64), Том 1, декабрь / 2018

Адрес редакции:  
Россия, 400081, г. Волгоград, ул. Ангарская, 17 «Г», оф. 312.  
E-mail: [info@scienceph.ru](mailto:info@scienceph.ru)  
[www.scienceph.ru](http://www.scienceph.ru)

Изготовлено в типографии ООО «Сфера»  
Адрес типографии:  
Россия, 400105, г. Волгоград, ул. Богунская, 8, оф. 528.

Учредитель: ООО Издательство «Научное обозрение»

ISSN 2308-4804

Редакционная коллегия:  
Главный редактор: Мусиенко Сергей Александрович  
Ответственный редактор: Маноцкова Надежда Васильевна  
Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук  
Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук  
Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук  
Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук  
Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук  
Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук  
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук  
Кондрашихин Андрей Борисович, доктор экономических наук, кандидат технических наук

Подписано в печать 19.12.2018 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная.  
Гарнитура Times New Roman. Заказ № 96. Свободная цена. Тираж 100.