



ISSN 1560-5655

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ЭКСПЕРТИЗЫ



# НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2  
2018



**Национальный центр государственной  
научно-технической экспертизы**

---

# **НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА**

**НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

**№ 2 (136)**

**Алматы 2018**

Научно-технический журнал **«Новости науки Казахстана»** публикует статьи по следующим направлениям исследований: информатика, кибернетика, экономика, химия, биология, строительство, машиностроение, технические науки, сельское и лесное хозяйство, экология, науки о Земле, пищевая и перерабатывающая промышленность, водное и рыбное хозяйство и прочее.

Журнал основан в 1989 году и выходит 4 раза в год.

*Предназначен для профессорско-преподавательского состава Вузов, докторов PhD, магистрантов, студентов и сотрудников научно-исследовательских институтов, предприятий и организаций, а также работников министерств и ведомств*

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**М.К. Бапиева**, (главный редактор)  
**Л.Н. Гребцова** (ответственный секретарь)

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Р.Г. Бияшев**, д.т.н.; **К.А. Исаков**, д.т.н.; **К.Д. Досумов**, д.х.н.;  
**С.Е. Соколов**, акад. МАИН, д.т.н.; **Б.Р. Ракишев**, акад. НАН РК, д.т.н.;  
**Ж.С. Алимкулов**, д.т.н.; **М.Т. Велямов**, акад. НАН РК, д.б.н.;  
**З.С. Абишева**, проф., член-корр. НАН РК, д.т.н.;  
**Ю.А. Юлдашбаев**, д.с.- х.н. (Россия);  
**М.А. Рахматуллаев**, д.т.н. (Узбекистан);  
**М.А. Каменская**, д.б.н. (Россия);  
**А. Сладковски**, д.т.н., (Польша);  
**Д. Пажес** (Франция)

Республика Казахстан, 050026, г. Алматы,  
ул. Богенбай батыра, 221  
Тел/факс: +8 727 378-0517, 378-0539 (вн.125),  
e-mail: bapiyeva@inti.kz, grebtsova\_l@inti.kz  
[www.vestnik.nauka.kz](http://www.vestnik.nauka.kz)

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОНОМИКА

|   |    |
|---|----|
| <i>Бермухамедова Г.Б., Естурлиева А.И., Бодаухан Г.</i><br>Совершенствование оперативного управления<br>производством с использованием современных<br>информационных технологий ..... | 12 |
|---|----|

### КИБЕРНЕТИКА

|   |    |
|---|----|
| <i>Шаяхметова А.С., Сатымбеков М.</i> Анализ современного<br>состояния рынка программных продуктов по байесовским<br>сетям..... | 27 |
|---|----|

### БИОЛОГИЯ

|   |    |
|---|----|
| <i>Дуанбекова Г.Б.</i> Острая токсическая гепатопатия в<br>эксперименте и его коррекция гепатопротекторами..... | 35 |
|---|----|

### ЭНЕРГЕТИКА

|  |    |
|--|----|
| <i>Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю., Илиев И.К.</i> Исследование<br>разрушения поверхности нагрева покрытой пористой<br>структурой в элементах теплоэнергоустановок ..... | 42 |
|--|----|

### ГОРНОЕ ДЕЛО

|   |    |
|---|----|
| <i>Жанабаев Т.А., Игембаев И.Б., Тулепбергенов А.Т.</i><br>Оценка буровых растворов, применяемых для бурения<br>в слабосцементированных и аргелитовых отложениях с<br>добавлением полимера российского производства<br>«Реолон SP-36» ..... | 55 |
|---|----|

### МЕТАЛЛУРГИЯ

|  |    |
|--|----|
| <i>Кажикенова С. Ш., Бекмагамбетова Э.К.</i> Мониторинг<br>качества технологических схем на металлургических<br>предприятиях по производству никеля..... | 75 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| <i>Машеков С.А., Дийя Х., Уразбаева Р.Е., Тусупкалиева Э. А.</i><br>Влияние механической схемы деформации на<br>сопротивление деформации, формирование структур и<br>нарушение сплошности материала латуни Л63 ..... | 88 |
|--|----|

## **МАШИНОСТРОЕНИЕ**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Биниязов А.М., Денисов А.С., Захаров В.П., Сарсенбаева Л.Х.,<br/>Бралиев А.Б.</i> Повышение эффективности<br>эксплуатации форсированных автомобильных дизельных<br>двигателей совершенствованием управления объёмом<br>масла в смазочной системе ..... | 106 |
|---|-----|

## **СТРОИТЕЛЬСТВО**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Сеитова А.А., Калыбекова Ж.А.</i> Динамика временных<br>рядов..... | 121 |
|---|-----|

## **ПИЩЕВАЯ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

|  |     |
|--|-----|
| <i>Кенжеева Ж.К., Велямов М.Т., Дюскалиева Г.У.</i> Обзор<br>усовершенствования биотехнологий производства кисло-<br>молочной продукции в Казахстане ..... | 129 |
|--|-----|

|   |     |
|---|-----|
| <i>Уажанова Р.У., Маннино С., Тунгышбаева У.О.</i> Оценка<br>эффективности внутренней подготовки кадров по системе<br>НАССР на хлебопекарном предприятии А Республики<br>Казахстан..... | 148 |
|---|-----|

## **СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО**

|  |     |
|--|-----|
| <i>Латыпова З.А.</i> Оценка системы эпизоотического надзора<br>за почвенными очагами сибирской язвы в Казахстане ..... | 160 |
|--|-----|

|  |     |
|--|-----|
| <i>Мамбетов Б.Т., Майсупова Б.Д., Келгенбаев Н.С.,<br/>Досманбетов Д.А.</i> Исторические факты и результаты<br>проведенной инвентаризации Шымкентского<br>дендропарка .....                          | 168 |
| <i>Мауи А.А., Ануарова Л.Е., Айтжанова М.О</i> Обеззара-<br>живание семян сои - обязательное мероприятие .....   | 175 |
| <i>Псхациева З.В., Каиров В.Р., Булацева С.В.</i> Цыплятам и<br>пробиотик и сорбент .....  | 184 |
| <i>Султанулы Ж., Ромашев К.М., Турабеков М.Р.</i><br>Патоморфологические изменения при цирковиральной<br>инфекции свиней .....   | 192 |
| <i>Султанулы Ж., Ромашев К.М., Пазылов Е.К., Хизат С.,<br/>Джакипбекова А., Мамбеталиев М., Есимбекова Н.</i><br>Мониторинг вирусов вызывающих инфекционные<br>заболевания свиней в Казахстане ..... | 201 |

## **ЭКОЛОГИЯ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

|  |     |
|--|-----|
| <i>Васильянова Л. С., Козбагарова Г. А.</i> Экология<br>Казахстана (1 часть) ..... | 218 |
|--|-----|

## **МАЗМҰНЫ**

### **ЭКОНОМИКА**

*Бермухамедова Г.Б., Естурлиева А.И., Бодаухан Г.*  
Заманауи ақпараттық технологияларды пайдалану арқылы  
өндірісті оперативті басқаруды жетілдіру ..... 12

### **КИБЕРНЕТИКА**

*Шаяхметова Ә.С., Сатымбеков М.* Байестік желілер  
бойынша бағдарламалық өнім нарығының заманауи күйін  
талдау ..... 27

### **БИОЛОГИЯ**

*Дуанбекова Г.Б.* Эксперименттегі жедел улы токсикопатия  
және оны гепатопротекторлармен емдеу ..... 35

### **ЭНЕРГЕТИКА**

*Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю., Илиев И.К.* Жылу  
энергетикасы қондырғылары элементтеріндегі кеуекті  
құрылымды жылу бетінің күйзелісін зерттеу ..... 42

### **ТАУ - КЕН ІСІ**

*Жанабаев Т.А., Игембаев И.Б., Тулепбергенов А.Т.* Ресейде  
өндірілген «Реалон-SP-36» полимері қосылған, әлсіз  
цементтелген және аргелитті түзілімдерде бұрғылау үшін  
қолданылатын бұрғылау ерітінділерін бағалау ..... 55

### **МЕТАЛЛУРГИЯ**

*Кажикенова С. Ш., Бекмагамбетова Э.К.* Никель өндіретін  
металлургиялық кәсіпорындардағы технологиялық  
жүйелердің сапасын бақылау ..... 75

*Машеков С.А., Дийя Х., Уразбаева Р.Е., Тусупкалиева Э.А.*  
Л63 жез материалы құрылымының қалыптасуына және тұтастығының бұзылуына, өзгеру кедергісіне деформацияның механикалық схемасының әсері..... 88

## **МАШИНАЖАСАУ**

*Биниязов А. М., Денисов А. С., Захаров В. П., Сарсенбаева Л. Х., Бралиев А.Б.* Майлау жүйесіндегі майдың көлемін басқаруды жетілдіру арқылы форсирленген автомобильді дизельді қозғалтқыштарды пайдалану тиімділігін арттыру 106

## **ҚҰРЫЛЫС**

*Сеитова А.А., Калыбекова Ж.А.* Уақытша қатарлардың бағанды динамикасы ..... 121

## **ТАМАҚ ӨНЕРКӘСІБІ**

*Кенжеева Ж.К., Велямов М.Т., Дюскалиева Г.У.* Қазақстандағы сүт қышқылы өнімдерін өндіру биотехнологияларын жетілдіруге шолу жасау..... 129

*Уажанова Р.У., Маннино С., Тунгышбаева У.О.* Қазақстан Республикасының А нан өнеркәсібіндегі ҚТКБН жүйесі бойынша мамандарды ішкі даярлаудың тиімділігін бағалау ..... 148

## **АУЫЛ ЖӘНЕ ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫ**

*Латыпова З.А.* Қазақстандағы сibir жарасының топырақ ошақтарын индеттанулық қадағалау жүйесін бағалау ..... 160

|  |     |
|--|-----|
| <i>Мамбетов Б.Т., Майсупова Б.Д., Келгенбаев Н.С., Досманбетов Д.А.</i> Шымкенттік дендропаркке жүргізілген түгендеудің нәтижелері мен тарихи деректері .....                              | 168 |
| <i>Мауи А.А., Ануарова Л.Е., Айтжанова М.О.</i> Соя тұқымын зарарсыздандыру – міндетті шара .....  | 175 |
| <i>Псхациева З.В., Каиров В.Р., Булацева С.В.</i> Балапандарға пробиотик пен сорбент .....   | 184 |
| <i>Султанулы Ж., Ромашев К.М., Турабеков М.Р.</i> Шошқалардың жұқпалы цирковирустық індеті кезіндегі патоморфологиялық өзгерістер.....   | 192 |
| <i>Султанулы Ж., Ромашев К.М., Пазылов Е.К., Хизат С., Джакипбекова А., Мамбеталиев М., Есимбекова Н.</i> Қазақстандағы шошқалардың жұқпалы ауруларын тудыратын вирустар мониторингі ..... | 201 |

### **ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Васильянова Л. С., Козбагарова Г. А.</i> Қазақстан Экологиясы (1 бөлім)..... | 218 |
|---|-----|

## **CONTENT**

### **ECONOMY**

|   |    |
|---|----|
| <i>Bermukhamedova G.B., Esturliyeva A.I., Bodaukhan G.</i><br>Improvement of operational management of production with<br>the use of modern information technologies..... | 12 |
|---|----|

### **CYBERNETICS**

|   |    |
|---|----|
| <i>Shayakhmetova A.S., Satymbekov M.</i> Analysis of the modern<br>software for bayesian networks ..... | 27 |
|---|----|

### **BIOLOGY**

|  |    |
|--|----|
| <i>Duanbekova G.B.</i> Acute toxic hepatopathy in the experiment<br>and its correction by hepatoprotectors ..... | 35 |
|--|----|

### **ENERGY**

|   |    |
|---|----|
| <i>Genbach A.A., Bondartsev D. Yu., Iliev I.K.</i> Investigation of<br>the destruction of the heating surface coated by porous<br>structure in elements of thermal power units..... | 42 |
|---|----|

### **MINING**

|  |    |
|--|----|
| <i>Zhanabayev N.A, Igembayev I.B., Tulepbergenov A. T.</i> Drilling<br>solutions used for drilling in weakly-cemented and argelithe<br>deposits with addition of polymer of russian production<br>«Reolon SP-36» ..... | 55 |
|--|----|

### **METALLURGY**

|  |    |
|--|----|
| <i>Kazhikenova S.Sh., Bekmagambetova E.K.</i> Monitoring of<br>quality of technological schemes at metallurgical enterprises<br>for the production of nickel ..... | 75 |
|--|----|

*Mashekov S. A., Henryk Dyja, Urazbayeva R.E., Tusupkaliyeva E. A.*  
Influence of the mechanical deformation scheme on  
resistance of deformation, formation of structures and violation  
of continuity of brass L63..... 88

### **MECHANICAL ENGINEERING**

*Biniyazov A.M., Denisov A.S., Zakharov V.P., Sarsenbaeva L.Kh.,  
Braliev A.B.* Efficiency increasing of the operation of forced  
automobile diesel engines by improving of oil volume control  
in the lubrication system..... 106

### **CONSTRUCTION**

*Seyitova A.A., Kalybekova Zh.A.* Dynamics of time series..... 121

### **FOOD INDUSTRY**

*Kenzheyeva Zh.K., Velyamov M.T., Dyuskaliyeva G.U.*  
Improvement of biotechnology manufacturing Fermented milk  
products, yogurt..... 129

*Uazhanova R.U., Mannino S., Tungyshbayeva U.O.* Evaluation  
of the effectiveness of internal training of personnel in the  
HACCP system at the bakery enterprise A of the Republic of  
Kazakhstan..... 148

### **AGRICULTURE AND FORESTRY**

*Latypova Z.A.* Evaluation of the epizeological surveillance  
system for soils of anthrax in Kazakhstan ..... 160

*Mambetov B.T., Maysupova B.D., Kelgenbayev N.S.,  
Dosmanbetov D.A.* Historical facts and results of the inventory  
of Shymkent dendropark ..... 168

|  |     |
|--|-----|
| <i>Mauye A.A., Anuarova L.E., Aytzhanova M.O.</i> Disinfection of soybean seeds are obligatorily measure .....   | 175 |
| <i>Pskhatsieva Z.V., Kairov V.R., Bulatseva S.V.</i> Chickens and probiotics and sorbent .....   | 184 |
| <i>Sultanuly Zh., Romashev K.M., Turabekov M.R.</i> Pathomorphological changes in pigs circovirus infection .....  | 192 |
| <i>Sultanuly Zh., Romashev K.M., Pazylov E.K., Khizat S., Dzhakipbekova A., Mambetaliyev M., Yesimbekova N.</i> Monitoring of viruses causing infectious diseases of pigs in Kazakhstan..... | 201 |

## **ENVIRONMENT PROTECTION**

|   |     |
|---|-----|
| <i>Vasilyanova L.S., Cozbagarova G.A.</i> Ecology Of Kazakhstan (Part 1)..... | 218 |
|---|-----|

# ЭКОНОМИКА

---

---

МРНТИ 06.81.19, 67.01.75

*Г.Б. Бермухамедова<sup>1</sup>, А.И.Естурлиева<sup>1</sup>, Г.Бодаухан<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга  
им. Ш.Есенова, г.Актау, Казахстан

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

---

---

**Аннотация.** Приведены теоретические и методические рекомендации по совершенствованию оперативного управления производством с помощью применения современных новых информационных технологий. Проведен анализ эффективности системы оперативного управления производственным предприятием, рассмотрены основные направления совершенствования управления. Представлены организационно-экономические отношения, возникающие в процессе оперативного управления производством.

Даны рекомендации по совершенствованию системы оперативного управления производством, усилению целесообразной информационной интеграции и межфункционального взаимодействия с подсистемами предприятия. Представлен разработанный алгоритм совершенствования управления производством, который рассматривает систему производственного управления как адаптивную, непрерывно-изменяющуюся в соответствии с требованиями внешней и внутренней среды, нацеленную на выпуск конкурентоспособной продукции, обеспечивающую постоянное совершенствование и рост конкурентоспособности предприятия.

**Ключевые слова:** Управления производством, информационные технологии, анализ эффективности производства, система оперативного управления, сравнительный анализ.

• • •

**Түйіндеме.** Мақалада заманауи ақпараттық технологияларды қолдану арқылы өндірісті жедел басқаруды жетілдіру бойынша теориялық және әдістемелік ұсыныстар қарастырылған. Кәсіпорындарды оперативті басқаруда қолданылатын жаңа ақпараттық технологиялардың теориялық аспектілері, сондай-ақ өндірістік кәсіпорынның операциялық басқару жүйесін талдау және жедел басқару тиімділігін талдау, жаңа ақпараттық технологиялар негізінде

өндірістік кәсіпорындарды жедел басқаруды ұйымдастыруды жетілдірудің негізгі бағыттары талқыланды. Өнеркәсіптік өндірістегі өндірісті жедел басқару процесінде туындайтын ұйымдастырушылық-экономикалық қатынастар ұсынылған. Кәсіпорынның функционалды кіші жүйесімен операциялық менеджмент жүйесінің өзара ықпалдасқан ақпараттық интеграциясы мен өзара іс-қимылын нығайту үшін оперативті басқару жүйесін жетілдіру бойынша ұсынымдар берілді. Кәсіпорынның бәсекеге қабілеттілігін үнемі жетілдіріп, өсуін қамтамасыз ететін бәсекеге қабілетті өнімдерді өндіруге бағытталған сыртқы және ішкі орта талаптарына сәйкес үнемі өзгеріп отыратын, өндірісті басқару жүйесін адаптивті ретінде қарастыратын өндірісті жедел басқару жүйесін жетілдіру бойынша әзірленген алгоритм ұсынылған.

**Түйінді сөздер:** Өндірісті басқару, ақпараттық технологиялар, тиімділікті талдау, жедел басқару жүйесі, салыстырмалы талдау.

• • •

**Abstract.** Theoretical and methodological recommendations for improving operational management of production using modern information technologies.

The theoretical aspects of new information technologies used in operational management of enterprises are analyzed, as well as the analysis of the operational management system of the production enterprise and the analysis of the effectiveness of operational management, and the main directions of improving the organization of operational management of a production enterprise based on new information technologies. Organizational-economic relations arising in the process of operational management of production at an industrial enterprise are presented.

Recommendations are given for improving the operational management system for strengthening the expedient information integration and interfunctional interaction of the operational management system with the functional subsystems of the enterprise. The developed algorithm for improving the system of operational control of production is presented, which considers the production management system as adaptive, continuously changing in accordance with the requirements of the external and internal environment, aimed at producing competitive products that ensure continuous improvement and growth of the enterprise's competitiveness.

**Keywords:** Production management, information technology, efficiency analysis, operational management system, comparative analysis.

**Введение.** Сфера дорожного строительства является одним из важнейших направлений модернизации казахстанской экономики. Темпы строительства новых и реконструкции действующих автомагистралей значительно отстают от темпа роста потребностей общества.

На состояние и развитие битумного производства в Республике Казахстан существенное влияние оказывает ряд специфических факторов: сезонность потребления дорожных битумов, сложность проведения технологических операций с высоковязким и низкотемпературным продуктом, незначительное различие в ценах сырья и битума, неконтролируемое качество поступающего на переработку сырья, физический и моральный износ битумных установок и др.

Правительством страны было принято решение о создании битумного производства, которое бы полностью покрыло внутреннюю потребность в высококачественной битумной продукции.

Повышение эффективности функционирования битумного производства является актуальным в связи с тем, что строительство магистральных автомобильных дорог является стратегически важной задачей Республики Казахстан.

Основным потребителем битума дорожных марок является дорожное строительство, осуществляемое подрядными дорожно-строительными компаниями, привлекаемыми государством на основании конкурса государственных закупок. Поскольку автомобильные дороги являются исключительной собственностью государства, их строительство и поддержание в нормальном техническом состоянии является обязанностью самого государства.

**Актуальность исследования** обусловлена необходимостью развития систем оперативного управления производством в битумном производстве с целью эффективного использования производственного потенциала для выпуска конкурентоспособной продукции с минимальными затратами.

Повышение эффективности производства битума невозможно без применения прогрессивных технологий оперативного управления производством. Система оперативного управления производством обеспечивает достижение важнейших целей по производству и поставкам продукции с учетом ее номенклатуры и качества, рационального использования ресурсов, что является основой эффективного предприятия.

Оперативному управлению производством посвящены труды таких авторов как: Е.С. Балашова, О.И. Боткин, Г.И. Дибнис, В.Н. Гончаров, С.Д. Ильенкова, А.Н. Колосов, Ф.М. Лобов, А.Н. Пыткин, Н.А. Саломатин, Н.С. Сачко, А.Н. Стерлигова, О.Г. Туровец, Е.Б. Фролов и др. Отдельные вопросы автоматизации оперативного управления производством раскрыты в трудах В.А. Антипова, И.В. Балахоновой, Р.А. Будника, С.А. Волчкова, А.Р. Залыгина, С.И. Коровкина, К.А.

Кульги, В.В. Куминова, Е.В. Кукаренко, В.Н. Ленинина, А.И. Нестеровой, К. Де Розы.

**Цель исследования** - является обоснование теоретических положений и разработка методических рекомендаций по совершенствованию оперативного управления производством с использованием современных информационных технологий. Поставленная цель обусловила необходимость решения следующих задач:

- исследования теоретических аспектов использования новых информационных технологий в оперативном управлении предприятиями;
- анализа системы оперативного управления производственным предприятием;
- анализа эффективности оперативного управления;
- рассмотрения направлений совершенствования организации оперативного управления производственным предприятием на основе новых информационных технологий.

**Объектом исследования** послужило предприятие, функционирующее в сфере производства дорожных битумов на базе Актауского завода пластмасс в г.Актау Мангистауской области.

**Предметом исследования** являются организационно-экономические отношения, возникающие в процессе оперативного управления производством на промышленном предприятии. В ходе исследования использованы методы менеджмента и оперативного планирования, системного, структурного, логического, экспертного и сравнительного анализа.

**Научная новизна** результатов исследования заключается в разработке теоретических положений и практических рекомендаций по совершенствованию системы оперативного управления производством на основе повышения эффективности функционирования битумного производства.

**Практическая значимость** исследования в том, что теоретические положения и методические рекомендации, содержащиеся в работе, могут быть использованы на промышленных предприятиях для совершенствования систем оперативного управления производством и менеджмента в целом.

Управление представляет собой процесс воздействия на коллектив людей для организации и координации их деятельности по достижению целей и задач компании. В современных системах управления процесс подготовки производства, технического обслуживания материального обеспечения и организации движения предметов труда в производстве взаимосвязаны между собой в единую интегрированную систему [1].

На каждом из уровней управления решаются определенные задачи. На *стратегическом уровне* решаются задачи оптимизации бизнес-процессов, организационной структуры, вырабатываются и отслеживаются показатели эффективности бизнеса.

На *уровне тактического управления* принимаются решения в области производства или логистики, формализуются бизнес-процессы, разрабатываются инструкции. Важнейшими функциями данного уровня являются планирование и бюджетирование.

Пользователями уровня оперативного управления являются, прежде всего, менеджеры производства (начальники производств, цехов, технологи и др.). На этом уровне осуществляется управление производственным процессом и загрузкой оборудования, контроль исполнения заказов, управление движением сырья и материалов, а также управление основными фондами предприятия.

Низовой уровень – это технологический уровень, на котором собираются, обрабатываются и обобщаются данные с цехового оборудования. Это базовый уровень с точки зрения получения информации о фактическом выполнении производственных заказов и отдельных операций по ним. Здесь же происходит управление базовыми процессами - технологией производства [2].

Таким образом, объективные отношения, возникающие при осуществлении производственного процесса и определяющие его структуру, формируют цикл оперативного управления.

**Методы исследования.** Информационные технологии в управлении представляют собой совокупность информации, экономико-математических методов и моделей, технических, программных, других технологических средств и специалистов. Благодаря новым технологиям, можно справляться с большим объемом перерабатываемой информации, что ведёт к сокращению сроков её обработки. Новые методы информационной обработки являются наиболее важной составляющей процесса использования информационных ресурсов в управлении.

Для обеспечения рациональной организации оперативно-производственной деятельности предприятия система оперативного управления должна отвечать следующим требованиям:

- быстро реагировать на отклонения от запланированного хода производства;
- быть гибкой;
- оперативные планы должны научно обосновываться, причем основой технико-экономических расчетов должны быть нормы расхода производственных ресурсов;

- должен быть положен принцип полной преемственности разрабатываемых календарных планов;

- обеспечена оперативность принимаемых решений.

Таким образом, можно сделать выводы, что оперативное управление производством:

- является одной из центральных систем управления, обеспечивающее изготовление и поставку продукции заданной номенклатуры и качества в установленные сроки и с учетом рационального использования ресурсов;

- интегрируется в пирамиду управления предприятием между начальным уровнем управления и тактическим управлением.

- решает определенные задачи на каждом из уровней управления. На стратегическом уровне - оптимизацию бизнес-процессов, организационную структуру, выработку и отслеживание показателей эффективности бизнеса. На оперативном уровне - управление производственным процессом и загрузкой оборудования, контролем исполнения заказов, управлением движения сырья и материалов и фундами предприятия. Пользователями такого уровня являются менеджеры производства (начальники производств, цехов, технологи и др.).

Ключевым направлением развития системы оперативного управления производством является внедрение в инфраструктуру менеджмента предприятия прогрессивных информационных технологий, обеспечивающих не прерывное развитие и совершенствование управления производством.

Внедряя систему новейшего информационного обеспечения, можно добиться оптимального результата при выполнении заказа за счет сокращения длительности подготовки производства и производственного цикла, снижения стоимости, повышения качества изделий. Т.е. автоматизация оперативного управления производством становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности предприятия, что в конечном итоге склоняет выбор заказчика в сторону производителя с высокой культурой организации производства.

**Результаты исследования.** SWOT-анализ является необходимым элементом исследований, обязательным предварительным этапом при составлении планов любого уровня. Аббревиатура SWOT означает: Strengths – сильные стороны; Weakness – слабые стороны; Opportunities – возможности; Threats – угрозы.

Иначе говоря, SWOT анализ – это анализ сильных и слабых сторон организации а также возможностей и угроз со стороны внешней окружающей среды. «S» и «W» относятся к состоянию компании, а «O» и «T» к

внешнему окружению организации [3]. Матрица SWOT-анализа системы оперативного управления «CASPI BITUM» представлена в таблице 1.

**Таблица 1 - Матрица SWOT-анализа системы оперативного управления**

| <b>Сильные стороны</b>  | <b>Слабые стороны</b>   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокая квалификация высшего руководства</li> <li>- отрегулированная система организационных связей</li> <li>- наличие необходимых финансовых ресурсов</li> <li>- наличие в структуре управления подсистем: организационно-экономического управления, организационно-технического управления, управления технологическими процессами</li> <li>- технологические установки повышенной эффективности</li> <li>- функционирование распределенной автоматизированной системы управления для непрерывного управления технологическими процессами в реальном масштабе времени</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- загрузка производственных мощностей не выше 30%</li> <li>- снижение производительности труда</li> <li>- не соответствие нормативам доли запасов в структуре активов для нефтеперерабатывающих предприятий</li> <li>- себестоимость продукции в 4-е раза выше плановой в 2014 г., что говорит о неэффективности организации производственного процесса</li> <li>- интегрированная автоматизированная система управления (ИАСУ) для решения задач производственно-технического характера и связи с экономическим оперативным управлением практически не функционирует. Не выполняются 4 основные функции из 6-ти.</li> </ul> |
| <b>Возможности</b>  | <b>Угрозы</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- увеличение темпов роста рынка</li> <li>- выход на экспортный рынок</li> <li>- обслуживание дополнительных групп потребителей</li> <li>- разработка автоматизированной системы оперативного управления MES</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- утрата возможности оперативно влиять на эффективность производства</li> <li>- прерывание работы из-за сбоев в подачи сырья</li> <li>- отсутствие свободного уровня прибыли приведет к проблемам в ресурсном обеспечении предприятия</li> </ul>   |

*Примечание: разработано на основе данных отчетности СП «CASPI BITUM»*

Таким образом, SWOT-анализ показал, что у предприятия имеются следующие сильные и слабые стороны системы оперативного управления.

В данном случае, рекомендовано в качестве ключевого направления, выбрать усиление целесообразной информационной интеграции и межфункционального взаимодействия производства с подсистемами предприятия.

Выгода от внедрения информационно-интегрированной системы управления производством может дать весьма ощутимые результаты с точки зрения рентабельности и возможностей дальнейшего развития предприятия.

В результате создания информационно-интегрированной системы оперативного управления производством предприятие сможет воспользоваться:

- эффектом синергии, возникающим от объединения и установления взаимосвязей необходимых факторов производства;
- эффектом координации действий, связанным с обеспечением согласованности и упорядоченности процессов производства;
- эффектом функциональности, обусловленным способностью системы выполнять предписанные ей функции посредством совершенствования структуры взаимосвязей [4].

**Обсуждение результатов.** Интеграция оперативного управления производством, на базе прогрессивных автоматизированных информационных технологий, со всеми функциональными подсистемами, обеспечивает координацию производственно-хозяйственной деятельности предприятия в режиме реального времени, позволяя наиболее рационально использовать производственные ресурсы, что приводит к повышению эффективности оперативного планирования, учета, контроля и регулирования производственных процессов, повышая эффективность деятельности предприятия.

Формируя модель интегрированной информационной системы необходимо иметь решение, позволяющее эффективно работать в едином информационном пространстве, объединяющем все существующие информационные ресурсы, процессы и данные, предоставляя доступ к ним всех участникам производственных процессов.

Система оперативного управления предприятием позволит:

- сократить сроки, издержки и число ошибок, связанных с ручным переносом информации из одной системы в другую;
- уменьшить издержки из-за ошибок в технологических спецификациях, создаваемых теперь один раз;
- исключить отдельный штат сотрудников, осуществляющих ввод данных состава смеси в ERP-систему;
- снизить стоимость товарно-материальных запасов, зная какое сырье имеется на складах и проектировать производство определенных видов составов;

- сократить излишки основных и вспомогательных материалов, которые невозможно использовать в производстве из-за того, что они либо давно находятся на складе, либо были заказаны до того, как отдел снабжения получил информацию об изменении выпускаемой продукции.

Указанные факторы позволят оптимизировать производственную деятельность, что приведет к повышению эффективности всего предприятия.

На уровне цехов специалистами (1) планово-диспетчерских бюро (ПДБ) цехов разрабатываются производственные программы и задания коллективам участков и бригад (2), которые производят контроль за непосредственным выполнением производственных программ. Производственная программа цеха специалистами ПДБ детализируется в виде сменно-суточных заданий рабочим местам (3) (рисунок 1).

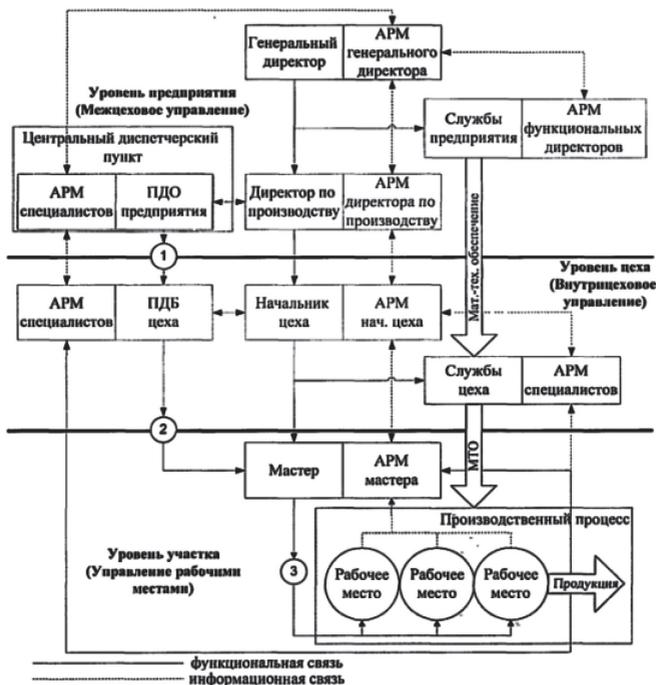


Рисунок 1. Информационно-интегрированная организационно-экономическая модель системы оперативного управления производством на предпри-

ятии

Разработка сменно-суточных заданий является заключительным этапом оперативного планирования производства, оно конкретизирует задания оперативно-календарного плана по запуску сырья в производство [5].

Сравнение результатов планов и фактических данных, характеризующих работу реального предприятия позволит выявить влияние битумного производства на экономические показатели, характеризующие деятельность предприятия, такие как:

- загрузка установок;
- выпуск продукции;
- уровень затрат на производство;
- величину выручки от реализации товарной продукции;
- маржинальный доход и прибыль (самое главное).

Результаты расчётов могут показать величину отвлечения сырья для производства битумов по альтернативным направлениям его использования:

- в качестве сырья для деструктивных процессов переработки;
- для масляного производства;
- в качестве компонента котельного топлива.

Построенная информационно-интегрированная организационно-экономическая модель оперативного управления производством формирует следующие требования к системе оперативного менеджмента на предприятии [6]:

- адекватность структуры предприятия и информации, используемой в системе оперативного менеджмента;
- единство информационной базы и ее информационного обеспечения;
- системную информационную поддержку всех производственных процессов, на основе интегрированной информационной среды;
- разделение системы оперативного менеджмента;
- учет социальных факторов в процессе информационной технологии менеджмента;
- возможность осуществления упреждающего управления;
- открытость, гибкость и развитие, возможность постепенного наращивания и роста.

Однако, ключевым фактором успеха в реализации проекта автоматизации управления производством становится понимание руководством предприятия места и роли автоматизированных информаци-

онных технологий в обеспечении эффективности производственного менеджмента. В случае отсутствия такого понимания никакие действия по внедрению информационных технологий в производство успеха не принесут. Создание АРМ специалистов в сфере управление производством и вовлечение функциональных служб позволят организовать упорядоченное взаимодействие человека и ЭВМ, выдачи справочной и рекомендательной информации [5]. В результате, на каждом автоматизированном рабочем месте станет достаточно ресурсов для обработки информации по мере ее возникновения. Располагая сведениям из информационных баз специалисты смогут принимать более обоснованные решения.

Используя ЭВМ, составляющее ядро АРМ, обеспечивается обоснованная подготовка управленческих решений с минимальными затратами времени и труда, приводящая к повышению эффективности производства, выполнению производственных заказов, их качеству, номенклатуре и объему в установленные сроки, заданной стоимости, что является основой эффективности деятельности предприятия. Обеспечение высокой эффективности выполнения технологических процессов (низкая стоимость, минимум ошибок, высокая скорость и т.п.) требует сбора данных непосредственно в момент возникновения события и как можно ближе к источнику. Чаще всего допускаются ошибки при выполнении простых и рутинных операций по вводу данных. Автоматы выполняют повторяющиеся и нетворческие операции значительно более эффективно, чем люди. Другим словами, для повышения качества производственной информации необходимо автоматизировать ввод данных в информационные системы. Имея более качественную информацию, вы можете принимать более обоснованные управленческие решения. Более того, благодаря автоматизации процесса накопления информации руководителей производства, появляется больше времени на анализ производственного процесса.

Разработанная модель оперативного управления производством позволяет связать АРМ специалистов всех уровней управления производством с АРМ специалистами функциональных подразделений, что обеспечит формирование более точных и проработанных производственных заданий. Организация обратной связи позволит оперативно выявлять отклонения и регулировать ход производства исходя из ситуации в соответствии с целями и задачами производственной программы.

Таким образом, при организации взаимодействия производственных и обслуживающих подразделений промышленного предприятия,

информационно-интегрированная автоматизированная система оперативного управления становится одним из ключевых факторов повышения эффективности. Исследования теоретических аспектов и практики управления казахстанскими предприятиями по производству асфальтобетонных и битумных смесей показали, что в настоящее время в оперативном управлении такими предприятиями основной проблемой является управление качеством выпускаемой продукции. Отечественные предприятия прилагают значительные усилия для повышения качества битумной смеси и долговечности покрытий на основе битума. В качестве основных направлений решения таких проблем применяются различные технологические и организационные мероприятия. На рисунке 2 показаны основные технологические методы решения проблемы повышения качества битумной смеси.

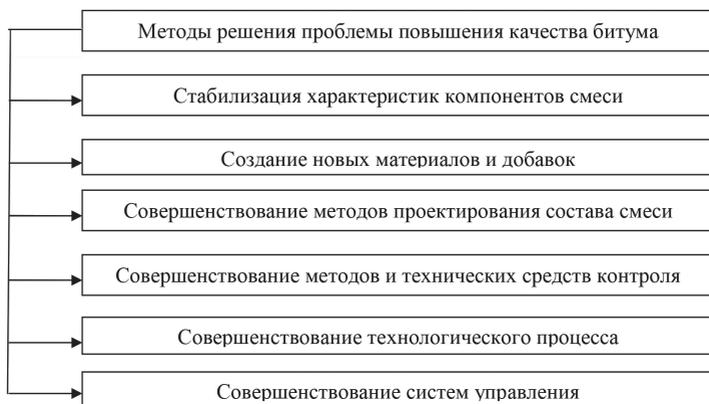


Рисунок 2. Пути решения проблемы повышения качества битумной смеси

Одним из наиболее эффективных методов повышения качества продукции является комплексная автоматизация технологического процесса. Создание систем его управления позволяет решить задачу компенсации вариации как контролируемых, так и не контролируемых характеристик материалов и технологического процесса.

Основной целью подбора составов битумной смеси является формирование оптимальной структуры материала, позволяющей получить его заранее заданные свойства для обеспечения требуемых характеристик битума. Необходим выбор рационального соотношения между составляющими для получения битумной смеси с заданными технологическими свойствами.

Для получения состава битумной смеси с максимальной прочностью, требуется применять нетрадиционные методы подбора составов, которые должны быть максимально автоматизированы, чтобы свести к минимуму этап экспериментальной проверки, связанный со значительными временными и материальными затратами.

Результаты подбора состава являются исходными данными для её классификации - процесса, который требует большого времени и немалых энергетических затрат. Слишком длительный процесс классификации приводит к застыванию материалов, что нарушает технологию смешивания. Всё это приводит к значительным задержкам технологического процесса производства битумных смесей и, нарушает ритмичность их подачи на объекты строительства.

Алгоритм совершенствования системы оперативного управления производством, позволяет рассматривать систему производственного управления как адаптивную, непрерывно-изменяющуюся в соответствии с требованиями внешней и внутренней среды, нацеленную на выпуск конкурентоспособной продукции. Непрерывный анализ производственной деятельности позволит оказывать управляющее воздействие на все элементы системы в целях ее совершенствования.

Для обеспечения комплексности интеграции и автоматизации системы оперативного управления производством необходимо:

- определить информационные взаимосвязи различных функциональных подразделений и организационных уровней в процессе управления производством;

- выявить все информационные потоки, возникающие в процессе оперативного управления производством во взаимодействии с функциональными и обслуживающими подразделениями;

- разработать и утвердить организационно-экономическую модель системы оперативного управления производством;

- определить соответствующее техническое и программное обеспечение; усовершенствовать действующую систему оперативного управления производством в соответствии с разработанной моделью на основе автоматизированных информационных технологий.

**Выводы.** Проведенные исследования, позволили сделать следующие выводы:

- создание информационно-интегрированной системы оперативного управления производством с функциональными подразделениями предприятия является ключевым фактором повышения эффективности деятельности за счет обеспечения поддержания параметров по

выпуску продукции в заданных пределах, посредством оперативного воздействия на входы и выходы функциональных подразделений от проектирования и маркетинга до отгрузки готовой продукции в режиме реального времени;

- информационная интеграция функциональных подсистем обеспечивает выполнение производственной программы установленной номенклатуры, заданного качества, в установленные сроки посредством согласования деятельности подразделений в режиме реального времени. Центром информационной интеграции является центральный диспетчерский пункт, обеспечивающий планирование, учет и регулирование производственных процессов в рамках всего предприятия;

- создание автоматизированных рабочих мест специалистов в сфере управления производством и их информационная взаимосвязь с функциональными подразделениями, обеспечивает координацию производственно-хозяйственной деятельности предприятия, позволяя наиболее рационально использовать производственные ресурсы, что приводит к повышению эффективности оперативного планирования, учета, контроля и регулирование производственных процессов;

- формируя модель интегрированной информационной системы промышленного предприятия необходимо искать решение, позволяющее эффективно работать в едином информационном пространстве, объединяющем все существующие информационные ресурсы, процессы и данные и предоставлять доступ к ним всем участникам, обеспечивающим выполнение производственных процессов. К такому решению относится информационная интеграция функциональных подсистем управления, центром которой является центральный диспетчерский пункт, обеспечивающий планирование, учет и регулирование производственных процессов в рамках всего предприятия;

- алгоритм совершенствования системы оперативного управления производством, должен позволять рассматривать систему производственного управления как адаптивную, непрерывно-изменяющуюся в соответствии с требованиями внешней и внутренней среды, нацеленную на выпуск конкурентоспособной продукции, обеспечивающую постоянное совершенствование и рост конкурентоспособности предприятия.

Таким образом, формирование на промышленном предприятии системы оперативного управления производством, информационно-интегрированной с функциональными подразделениями, на базе современных автоматизированных технологий при непрерывном развитии и совершенствовании, позволит получить основу для получения

конкурентного преимущества на уровне создания продукции, что является ключевым фактором конкурентоспособности предприятия.

### Список литературы

1. *Тирон Г.Г.* Оперативное управление производством. «Ключевые аспекты функционирования региональной экономики: теория и практика»: Сборник на ученых трудов / Пермский филиал Института экономики УрО РАН. - Пермь, 2004. - 28 с.

2. *Демидов В.* Решение задач оперативного управления производством на различных уровнях информационной структуры предприятия // Системная интеграция. Пищевая промышленность. - 2006.- №1. - С.14-15.

3. *Глухов В.В., Балашова Е.С.* Производственный менеджмент. Анатомия резервов. Lean production: Учеб. Пособие. - СПб.: Лань, 2008. - 352 с.

4. *Туровец О.Г., Бухалков М.И., Родионов М.И. и др.* Организация производства и управление предприятием/ 2-е изд. - М.: ИНФРА-М, 2005. - 544 с.

5. *Винокуров С.Г.* Модели и методы оперативного менеджмента. -М.: Экономика, 2006. - 207 с.

6. *Поршнев А.Г., Румянцева З.П., Саломатина Н.А.* Управление организацией / 4-е изд. перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2007.-736 с.

**Бермухамедова Г.Б.**, кандидат экономических наук,  
доцент кафедры «Менеджмент»

**Естурлиева А.И.**, кандидат экономических наук,  
доцент кафедры «Экономика»

**Бодаухан Г.**, кандидат экономических наук,  
доцент кафедры «Менеджмент»

## ANALYSIS OF THE MODERN SOFTWARE FOR BAYESIAN NETWORKS

---

---

**Abstract.** This article provides an analytical review of the most common modern software for Bayesian networks. The history of development of Bayesian networks was considered. The relevance of the application of Bayesian networks in various areas of research has been featured. The most common software for Bayesian networks were considered. The comparative analysis of their characteristics was carried out and tools of development were considered. There were identified the features of the functioning of Bayesian networks in the financial sphere for risk research, in development of various expert systems, artificial intelligence systems, etc. The advantages of Bayesian networks (take into account cause-effect relationships, uncertainties, the ability to work with incomplete and inaccurate information and take into account random factors) are shown in creation modern intellectual technologies. The advantages of application of Bayesian networks and the prospects of their using for development of complex applications have been analyzed.

**Keywords:** Bayesian networks, analytical review, software.

• • •

**Аннотация.** В данной статье проведен аналитический обзор наиболее распространенных современных программных продуктов по байесовским сетям. Рассмотрена история развития байесовских сетей. Отмечена актуальность применения байесовского подхода в различных областях исследования. Рассмотрены наиболее распространённые программные продукты по байесовским сетям. Проведен сравнительный анализ их характеристик и рассмотрены инструменты разработки. Выделены особенности функционирования приложений по байесовским сетям в финансовой сфере для исследования рисков, при разработке различных экспертных систем, систем искусственно-

го интеллекта и др. Показаны достоинства байесовского подхода (учитывают причинно-следственные связи, неопределенности, возможность работать с неполной и неточной информацией и учитывают случайные факторы) при создании современных интеллектуальных технологий. Проанализированы особенности применения байесовских сетей и перспективы их использования для разработки сложных приложений.

**Ключевые слова:** байесовские сети, аналитический обзор, программный продукт.

• • •

**Түйіндеме.** Зерттеудің бұл мақалада байестік желі бойынша кең таралған заманауи программалық өнімдерге аналитикалық шолу жасалды. Байестік желілердің даму тарихы келтірілген. Зерттеудің түрлі салаларында байестік тәсілдердің қолданылуының өзектілігі қарастырылған. Байестік желілер бойынша ең кең таралған программалық өнімдер келтірілген. Олардың сипаттамаларына салыстырмалы талдау жүргізіліп, оларды құру құралдары қарастырылған. Әртүрлі сараптау жүйелері мен жасанды интеллект жүйелерін құруда, қаржы саласындағы тәуекелдерді зерттеуде байестік желі қосымшаларының ерекшелігі анықталды. Заманауи интеллектуалды технологияларды құруда байестік тәсілдердің (себеп-салдар байланысы, белгісіздік, толық емес және анық емес ақпаратпен жұмыс істеу мүмкіндігі, кездейсоқ факторларды ескеру) ерекшеліктері көрсетілді. Байестік желілерді қолданудың ерекшеліктері мен күрделі қосымшаларды құрудағы болашағына талдау жүргізілді.

**Түйінді сөздер:** байестік желілер, аналитикалық талдау, программалық өнім.

**Introduction.** Nowadays the interest in application of Bayesian networks (BS) in various fields of research has been grown. The application of BS in medicine, economics, sociology, psychology, ecology, information and communication technologies, bioinformatics and many other areas of science is actual problem [1]. Many applications of Bayesian networks in medicine have been developed. The possibility of using Bayesian network for differential diagnosis of arterial hypertension of various etiologies in a patient's primary treatment to a general practitioner was presented in work [2].

Bayesian networks are successfully used in the development of various expert systems and artificial intelligence systems [3]. The structure of knowledge of students is can show the structure of the. It is possible to show the structure of knowledge of students using the structure of Bayesian network. The publication [4] considers the use of Bayesian network in

the construction of model of students to assess the level of competence formation. The developed algorithms for construction competency models based on BS were described in detail. In article [5], the realization of Bayesian model of logical inference was implemented in the development of an expert system for assessing the compliance of the level of training of graduates of technical specialties with the requirements of modern employers in the field of IT services.

One of advantages of the application of Bayesian networks is possible to work with incomplete, inaccurate and inconsistent information. The paper [6] describes the application of Bayesian network of trust to assess economic risk and support decision making in a case uncertainty.

Bayesian networks are one of the most suitable models for dealing with incomplete, inaccurate and contradictory information. The study [7] describes the use of Bayesian networks to solve the problem of finding the place and type of failure of complex technical system. A method and algorithm for the optimal search for a place and type of failure of a complex technical system have been developed, which allows to reduce the time and other types of resources for conducting inspections significantly. Experimental researches confirm the effectiveness of this method.

Bayesian theory is named after Thomas Bayes and was published in 1763 [8]. Bayesian networks are widely used graphic models with a variety of applications applied in the field of knowledge detection, classification, forecasting and control [9]. The networks consist of two main parts [2]: a graphical structure, which defines a set of dependencies and independencies in a set of random variables and a set of probability distributions determining the strength of the dependency relationships that are encoded in the graphical structure.

There are various software for work with Bayesian networks of trust [10]. One of the features of using the apparatus of Bayesian networks of trust is visual visualization of the interrelations between the elements.

**Overview of Software for Bayesian Networks.** There is a large number of software for implementation of Bayesian network. The most famous software are GeNIe & SMILE [11], RISO [12], Bansys [13], Sam lam [14], Agena Risk [15], Bayesia [16], Hugin Expert [17], Netica [18], BNet [19] and others.

The most of the listed software are based on the programming language C++, Python and R. Each software has its own advantages. Most

of them are in open source and are free. Software in closed source do not allow to change the source code and are mostly paid. The most well-known software and their characteristics are presented in table 1.

**Table 1 - The main software products for Bayesian networks**

| Name          | Authors                     | Graph. interf. user | Free or Commercial | Which graphics are supported |
|---------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------|
| GeNIe & SMILE | Decision systems laboratory | Yes                 | Free               | Oriented                     |
| RISO          | Dodier (U. Colorado)        | Yes                 | Free               | Oriented                     |
| Bansys        | U. Helsinki                 | No                  | Free               | Oriented                     |
| Sam lam       | Darwiche(Ucla)              | Yes                 | Free               | Oriented                     |
| Agena Risk    | Norman Fenton, Martin Neil  | Yes                 | Free               | Oriented                     |
| Bayesia       | Bayesia ltd                 | Yes                 | Free               | Chain diagrams               |
| Hugin Expert  | Hugin                       | Yes                 | Commercial         | Chain diagrams               |
| Netica        | Norsys[9]                   | Yes                 | Commercial         | Oriented                     |
| BNet          | Murphy (U.C.Berkeley)[10]   | Yes                 | Free               | Oriented                     |

**GeNIe & SMILE** [11]. The software product is a graphical interface for the SMILE library (Structural Modeling, Inference and Learning Engine), which provides the possibility of building Bayesian networks. In this software, the amount of designed network depends on the performance of the computer. The resulting models can be integrated into other systems and on most platforms.

**RISO** [12] - supports distributed trust networks that operate on different hosts and are integrated into one large trust network. The means of communication is Internet, and the Java Remote Method Invocation (RMI) is protocol.

**Bansys** [13]. Software for data mining with Bayesian networks. The system implements several algorithms for studying the topology of Bayesian networks. It has several modules (module of learning topology, module of learning parameter (probability), output module, correction

modulation module, classification module) that allow the user to perform data mining using Bayesian networks.

**Sam lam** [14]. A complex modeling and analysis tool based on Bayesian networks, developed in java is Sam lam. This software product includes two main components:

- A graphical interface that allows users to develop Bayesian network models and save them in different formats;

- The reasoning mechanism supports a variety of tasks, such as classical output, parameter estimation, time-based trade-offs and sensitivity analysis.

**AgenaRisk** uses the latest developments in the field of artificial intelligence and visualization to solve complex risk problems [20]. This product includes intelligent analytics and scaling the level of monitoring and risk assessment. It is ideal for planning risk scenarios. AgenaRisk, is used in many industries: banking, defense, aerospace, energy, telecommunications and technology [21].

**Bayesia** [16]. Bayesia software focuses on all aspects of decision support with Bayesian networks and includes BayesiaLab, BEST and BRICKS. These applications consist of individual decision support and large-scale policy analysis and risk assessment of industrial systems.

**Hugin Expert** is an advanced intelligent analytical solution from HUGIN EXPERT [17]. Hugin is a software implementation of decision-making system based on Bayesian networks of trust. It has two versions of Pro and Explorer. It operates in the Windows operating system. It has a version for Unix. This system has a developed interface. The system allows to create knowledge bases and facts. The paper [22] presents a methodology for calculation project risks based on Bayesian networks using the Hugin software package. This package uses two main operating modes:

- mode of editing and building the cause-effect network;
- a mode of calculation of probabilistic estimations for decision-making on all events in the cause-effect network.

Bayesian networks provide a convenient apparatus for research risks, draw up their models and quantify them.

**Netica** [18]. The most widely used software for the development of Bayesian networks in the world is Netica. This software is simple, reliable and highly efficient. It is possible easily find patterns in data, create diagrams, code knowledge and create probabilistic expert systems using this product [23]. A study of the migration factors of rural youth based on Bayesian networks of trust is conducted in [24].

This research is conducted on the results of students' questionnaires. Based on the results of the questionnaire, a Bayesian network of trust was

developed. The network structure is trained on the basis of an assessment of the statistical significance between the factors. The final network includes 11 factors, the software part is implemented in the package NETICA, which has an intuitive and pleasant user interface. Application of Bayesian network technologies will allow to bring the results to a qualitatively new level. Netica is used to manage uncertainty in business, engineering, medicine or the environment. It is a tool of choice for many leading global companies and government agencies.

**BNet** [25]. Belief Networks is a powerful modeling tool that covers a large number of models for creating and learning BS. This software product implements most of the logical inference mechanisms and has open source code. Allows you to develop your own models and algorithms.

**The conclusion.** Thus, as a result of the review, the most known software products on Bayesian networks were considered and a comparative analysis of their characteristics was carried out. Examples of practical applications developed with the help of existing software in various fields of industry, science and education are given. There are several advantages of using the Bayesian network in applied research areas:

- allows to describe sufficiently well-defined cause-effect relationships;
- the ability to work with incomplete and inaccurate information;
- allows to bring the results to a qualitatively new level;
- high performance;
- presentation of results in an intuitive graph form.

In this direction, the work has started only. In the future, there will be practical applications with specific examples.

**Source of research funding.** The work has been performed under grant project of «Development and software implementation of a package for solving applied problems in Bayesian networks» (2018 - 2020).

## References

1. *Toropova A.V., Suvorova A.V., Tulup'yev A.L.* Diagnostika soglasovannosti v modeli dlya otsenivaniya intensivnosti sotsial'no-znachimogo povedeniya // Nechetkiye sistemy i myagkiye vychisleniya. - 2015. - Vol. 10. - No 1. - P. 93–107.
2. *Dimitrova L.K., Golubeva O.A.* Primeneniye bayyesovskoy seti v differentsial'noy diagnostike arterial'noy gipertenzii // Materialy III Mezhdunar. nauch. konf. Tekhnicheskoye nauki v Rossii i za rubezhom. — M.: Buki-Vedi, 2014. — P. 4-14. — URL, [Electronic resource]:

<https://moluch.ru/conf/tech/archive/90/6030/> (date of the application: 14.03.2018).

3. *Maslennikov Ye.D., Sulimov V.B.* Predskazaniya na osnove bayyesovskikh setey doveriya: algoritm i programmaya realizatsiya // Vychislitel'nyye metody i programmirovaniye. – 2010. – Vol. 11. – P. 94-107.

4. *Khlopotov M.V.* Primeneniye bayyesovskoy seti pri postroyenii modeley obuchayushchikhsya dlya otsenki urovnya sformirovannosti kompetentsiy // Internet-zhurnal Naukovedeniye, 2014. - No 5 (24). – P. 1-28.

5. *Naseykina L.i., Sokolova I.M.* Razrabotka ekspertnoy sistemy otsenki professional'noy kompetentnosti budushchikh IT-spetsialistov // Materialy XXXVII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Ot teorii k praktike», Novosibirsk: SibAK, 2014. - No 8(33). - P. 148-154.

6. *Musina V.F.* Bayyesovskiye seti doveriya kak veroyatnostnaya graficheskaya model' dlya otsenki ekonomicheskikh riskov // Trudy SPIIRAN. – 2013. - No 2(25). – P. 235-254.

7. *Fefelov A. A.* Ispol'zovaniye bayyesovskikh setey dlya resheniya zadachi poiska mesta i tipa otkaza slozhnoy tekhnicheskoy sistemy // Informatsionno-izmeritel'nyye sistemy, 2013. – No 2. – P. 87-93.

8. Bayes theorem. [Electronic resource]: <http://m.diary.ru/~BratstvoStali/p207345776.htm>. (date of the application: 5.03.2018).

9. *Peter van Beek, Hella-Franziska Hoffmann* Machine Learning of Bayesian Networks Using Constraint Programming // International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming, 2015. – P. 429-445.

10. *Murphy K.* A brief introduction to Graphical models and Bayesian Networks [Electronic resource]: site The University of British Columbia – Electron. text. data – 2010. [Electronic resource]: <http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/Bayes/bnintro.html> (date of the application: 10.01.2018).

11. GeNIe & SMILE, [Electronic resource]: <http://genie.sis.pitt.edu>. (date of the application: 8.02.2018).

12. *Zvyagin L.S.* Primeneniye bayyesovskogo podkhoda v izmereniyakh analiticheskikh dannyykh kak faktor formirovaniya protsessov sistemnogo ekonomicheskogo razvitiya // Molodoy uchenyy, 2017. — №22. — P. 256-261.

13. *Murphy K.* Software Packages for Graphical Models URL: [Electronic resource]: <http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/Software/bnsoft.html> (date of the application: 20.05.2016).

14. *Borisov V.V, Zakharov A.S.* Approximate reasoning based on temporal fuzzy Bayesian belief networks //Software & systems, 2016. – No 2. – P. 27-33.

15. AgenaRisk Bayesian network tool: [Electronic resource]: <http://www.agenarisk.com> (date of the application: 27.02.2018).

16. Bayesia, [Electronic resource]: <http://www.bayesia.com> (date of the application: 1.03.2018).

17. Hugin, [Electronic resource ]:<http://www.hugin.com> (date of the application: 5.03.2018).

18. Netica, [Electronic resource]: <http://www.norsys.com> (date of the application: 14.03.2018).

19. BNet, [Electronic resource]: <http://www.cra.com/bnet> (date of the application: 23.03.2018).

20. AgenaRisk, [Electronic resource]:URL: <http://www.agenarisk.com/> (date of the application: 25.03.2018).

21. *Fenton N., Neil M., Marsh W., Hearty P., Marquez D., Krause P., Mishra R.* Predicting software defects in varying development lifecycles using Bayesian nets // Information and Software Technology, 2007. – Vol.1 (49). – P. 32-43.

22. *Fomenko A.O.* Metodika rascheta proyektnykh riskov na osnove primeneniya bayyesovskikh setey // Visnyk NTUU «KPI» Informatyka, upravlinnya ta obchyslyvalna tekhnika, 2011. – No 54. – P. 127-129.

23. Netica URL, [Electronic resource]: <http://www.norsys.com/> (date of the application: 7.02.2018).

24. *Kuznetsova A. A., Pon'kina Ye. V., Bednarikova Z., Bovarova M.* Issledovaniye faktorov migratsii sel'skoy molodezhi na osnove bayyesovskikh setey doveriya // Materialy Vserossiyskoy konferentsii po matematike. – Barnaul, 2016. – P. 133–137.

25. *Murphy K.* Bayes Net Toolbox for Matlab, [Electronic resource]: <http://bnt.googlecode.com/svn/trunk/docs/Talks/> (23.01.2018).

**Шаяхметова А.С.,** PhD, e-mail: [asemshayakhmetova@mail.ru](mailto:asemshayakhmetova@mail.ru)

**Сатымбеков М.,** докторант, e-mail: [m\\_satymbekov@mail.ru](mailto:m_satymbekov@mail.ru)

# БИОЛОГИЯ

---

МРНТИ 34.45.05

*G.B. Duanbekova<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Academician E.A. Buketov State University, Karaganda c., Kazakhstan

## ACUTE TOXIC HEPATOPATHY IN THE EXPERIMENT AND ITS CORRECTION BY HEPATOPROTECTORS

---

**Abstract.** One of frequent complications of acute exogenous poisonings is the toxic hepatopathy. Entering of toxic substances into an organism and their subsequent metabolism result in increased formation of free radicals. The identification of the HOL role when acute poisoning leads to the search of new effective drugs with antioxidative properties. The purpose of our researches is studying of antioxidant properties "Essentiale" and new pharmacological substance amidophosphanata citizin (AFC). All experimental procedures were carried out according to the requirements of GLP (Good Laboratory Practice-appropriate laboratory practice). Acute toxic hepatitis was caused by intraperitoneal introduction of 40% oil CCL<sub>4</sub> solution, in the dose of 0,2 ml/100,0 once. By results of the researches acute poisoning with four-chloride Carbonium resulted in toxic hepatitis. The introduction of the tested pharmacological compound amidophosphanata citizin reduced the increased activity of AlaT, AsaT, amount of blood total bilirubin (TB), as well as the growth of DC (level the diene conjugates in the experienced group 2,7 times lower than in the group of comparison, and 3,8 times more than in the control one) and limited accumulation of SB. Introduction of paracetamol in the increased dose causes toxic hepatitis of the tested animals.

**Keywords:** Amidophosphanata citizina, hepatoprotector, "Essentiale", hyperoxide oxidation of lipids, four-chloride Carbonium, hepatopathy

• • •

**Аннотация.** Одним из частых осложнений острых экзогенных отравлений является токсическая гепатопатия. Поступление токсических веществ в организм и их последующая метаболизация приводят к повышенному образованию свободных радикалов. Выявление роли ПОЛ при острых отравлениях приводит к поиску новых эффективных препаратов с антиоксидантными свойствами. Цель исследований - сравнительное изучение антиоксидантных свойств эссенциале и нового фармакологического вещества амидофосфаната цитизина. Все экспериментальные процедуры были проведены в соответствии с требованиями НЛП (надлежащая лабораторная практика). Острый токсический гепатит вызывали внутрибрюшинным введением 40%

масляного раствора  $CCl_4$ , в дозе 0,2 мл/100,0 однократно. По результатам исследований острое отравление четыреххлористым углеродом привело к развитию токсического гепатита. Введение испытуемого фармакологического соединения амидофосфаната цитизина активно и отчетливо происходило сдерживая рост активности АЛТ, АСТ, количества ОБ в крови, а также сдерживая рост ДК (уровень диеновых конъюгат в опытной группе ниже в 2,7 раза, чем в группе сравнения, и в 3,8 раза, чем в контрольной) и ограничивая накопление ШО.

**Ключевые слова:** Амидофосфанат цитизина, гепатопротектор «Эссенциале», перекисное окисление липидов, четырёххлористый углерод, гепатопатия.

• • •

**Түйіндеме.** Асқынған экзогенді уланудың жиі тараған асқынуларының бірі – улы гепатопатия. Ағзаға улы заттардың түсуі және олардың соңғы метаболізмі бос радикалдардың көп пайда болуына әкеледі. Қатты улану кездерінде ЛП-ның орнын табу антиоксидантты қасиеттері бар жаңа тиімді заттарды іздеуге әкеледі. Біздің зерттеудің мақсаты – эссенциале мен жаңа фармакологиялық зат – цитизинның амидофосфонатының антиоксидантты қасиеттерін салыстырмалы түрде зерттеу. Барлық эксперименттер ДЗТ-ның (дұрыс зертханалық тәжірибе) талаптары бойынша жүргізілді. Жедел улы гепатитті  $CCl_4$  – тің 40% майлы ерітіндісін 0,2 мл/100,0 мөлшерде бір рет құрсақ қуысына енгізумен тудырдық. Зерттеу нәтижесі бойынша енгізген  $CCl_4$  – улы гепатитке әкелді. Зерттеудегі фармакологиялық зат - цитизинның амидофосфонаты белсенді және нақты қандағы АЛТ, АСаТ, ЖБ – ны көбеюін тоқтатты. Зерттеу тобында салыстырмалы топқа қарағанда ДК- ті - 2,7 есе тоқтатты және бақылау тобына қарағанда -3,8 есе, ШО-ның жиналуын шектеді.

**Түйінді сөздер:** Цитизин амидофосфанаты, «Эссенциале» гепатопротекторы, липидтердің асқын тотығуы, төртхлорлы көміртек, гепатопатия.

**Introduction.** According to WHO data acute exogenous poisonings composes more than a third “the ecological diseases” [1-3]. About 100 thousand of different substances are constantly in the process in production and in everyday life, that are used as medicines. It inevitably leads to growth of number of acute poisonings around the world. One of frequent complications of acute exogenous poisonings is toxic hepatopathy. There are 3 main mechanisms of hepatopathy development: decrease of specific function of hepatocytes, disturbance of regional microcirculation and bile secretion [4,5]. The great significance has been given to the hyperoxide oxidation of lipids (HOL) when acute intoxications and the role of its disturbances in the genesis of complications in recent years, including toxic hepatitis. Entering of toxic substances into organism and their subsequent metabolization leads to increasing formation of free radicals.

So, in the process of biotransformation of xenobiotics while the action of microsomal monooxygenases high-toxic superoxidic anions due to decomposition of oxygenated ferrocplexa citochrome P-450 [1] are formed. Formation of the active forms of oxygen (AFO) in a liver during the work of cytochrome of P-450-dependent system of microoxygenases of microsomes - continuous physiological process [2,3], however in conditions of affect of toxic agents AFO production sharply increases in conditions, and there is a threat of disease of the whole organism. The identification of HOL role in pathogenesis of toxic hepatitis at acute exogenous poisoning led to search of new effective medicine with antioxidatic properties. As hepatoprotecting means when experimental toxic hepatitis of different types vitamin E and Selen containing preparations, ubiquinone-9, Silibininum, sodium selenit and polyphenolums, Eplir, Essentiale, Maksar, Legalonum and a number of other substances were studied. Inhibiting free radical oxidation, antioxidants protect cellular membranes from damage and prevent death of hepatocytes [4,5].

In this regard the purpose of our researches is comparative studying of the anitioxidant properties of "Essentiale" and amidophosphonata citizina of classical model of acute toxic hepatitis, caused by four-chloride Carbonium.

**Materials and Methods.** All experimental procedures were carried out according to the requirements of GLP [6]. As it is known that disintegration of tetrachlormethane ( $CCL_4$ ) leads to formation of the free radicals initiating reactions HOL. The poison with obvious pro-oxidatic action and hepatotoxic effect is the most suitable model for check of various medicines for antioxidatic and cytoprotective activity.

Acute toxic hepatitis was caused in 24 rats by means of intraperitoneal introduction of 40% oil solution  $CCL_4$ , in the dose of 0,2 ml / 100,0 once. An hour before  $CCL_4$  injection the animals of tested group received amidophosphanate citizina in the dose 100 ml/kg day, while the animals of comparison group - "Essentiale" 50 ml/kg/day, the control ones - equal quantity of normal saline solution.

For biochemical researches and researches of the system HOL - AOP the blood from the central vein in the course of decapitation was tested. In blood serum the level of the general bilirubin (TB), protein (TP), aminotransferases (AIAT, AsAT), the alkaline phosphatase (AP) was determined by the standard technique [1,5,7]. The condition of the system HOL-AOP was estimated by the contents of products of lipohyperoxidation in the erythrocytes by the method of VN Ushkalova and ND Kadochnikova [8]. For integrated determination of the level of total primary (TPP) and secondary (TSP) products of HOL, as well as the Schiff Bases (SB)

methodical approach of El Lvovskaya was used [9]. The activity of catalase (CT) in plasma was estimated according to the speed of destruction of hyperoxide of Hydrogen and expressed in seconds, in the erythrocytes - by method of MA Korolyuk and coworkers [10]. In the erythrocytes the level of the average molecules (AM) was determined by the method of AI Kovalevskaya and OE Nifantsev [11].

Statistical processing of the obtained data is carried out on the personal computer by the method of variation statistics with use of the package of application programs (SAS version 9.0 and JMP version 5.0 (SAS Institute Inc., Gary, NC)). The differences of the compared values were considered to be reliable at the value of reliability criterion (t) of Fischer – Student, equal to > 2.

**Results.** Use of amidophosphanat citizina 1 h before poisoning with tetrachlormethane led to even more positive shifts in biochemical indicators, characterizing liver function. In the tested group unlike the group of the animals taking “Essentiale” there was a distinct reduction of activity growth of AlaT, AsaT, amount of TB in the blood. However the level of activity APh was slightly higher, than in the group of comparison (table 1).

**Table 1 - Biochemical indicators of blood when experimental toxic hepatopathy of rats and its correction by hepatoprotectors (X $\mu$ m)**

| Indicators       | Intact group              | The control group | Experimented group     | Comparison group |
|------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|------------------|
| AlaT, mmol/l     | 306 $\pm$ 4,13            | 1081 $\pm$ 239    | 745 $\pm$ 65,4         | 899 $\pm$ 76,7   |
| AsaT, mmol/l     | 263 $\pm$ 20              | 406,5 $\pm$ 41,5  | 293,2 $\pm$ 28,7       | 320 $\pm$ 31,1   |
| Total Protein, g | 71,6 $\pm$ 3,0            | 66,3 $\pm$ 4,4    | 70,7 $\pm$ 0,96        | 66,3 $\pm$ 1,3   |
| APh, cond.units. | 87,0 $\pm$ 2,3            | 150,4 $\pm$ 3,0   | 132,2 $\pm$ 4,63**/*** | 110,2 $\pm$ 2,6  |
| TB, mkmol/l      | 13,4 $\pm$ 2,3            | 27,2 $\pm$ 3,0    | 16,74 $\pm$ 2,66       | 19,5 $\pm$ 0,85  |
| Bayesia          | Bayesia ltd               | Yes               | Free                   | Chain diagrams   |
| Hugin Expert     | Hugin                     | Yes               | Commercial             | Chain diagrams   |
| Netica           | Norsys[9]                 | Yes               | Commercial             | Oriented         |
| BNet             | Murphy (U.C.Berkeley)[10] | Yes               | Free                   | Oriented         |

\* P<0,05 between I and II; \*\* P<0,05 between II and III; \*\*\* P<0,05 between III and IV

It is known that the effect of chlorinated hydrocarbons causes sharp induction of HOL and disbalance of system of antioxidatic protection (AOP). Poisoning with four-chloride Carbonium led to growth of the diene conjugates (DC), cetodienes (CD), the total primary products (TPP), the total secondary products (TSP) and final products (FP) of lipohyperoxidation, and indicators HOL exceeded the control several times (table 2). So, the increase of contents of DC 2,3 times, CD 2,6 times, SB 2 times that testifies about deviations of oxidizing metabolism and practically out of control chain reaction of lipohyperoxidation.

**Table 2 - Indicators of HOL-AOP system in the blood of rats while experimental hepatopathy and correction by hepatoprotectors (X±m)**

| Indicators                 | Intact group | Control group | Comparison group | Experimental group |
|----------------------------|--------------|---------------|------------------|--------------------|
| DC.cond.units/ml           | 20,1±4,8*    | 78,6±9,4      | 55,04±6,0**      | 20,6±1,5***        |
| CD.cond.units/ml           | 7,2±0,21 *   | 13,8±2,57     | 11,5±3,4         | 8,55±2,4***        |
| TPP. cond.units/ml         | 0,39±0,03*   | 0,48±0,024    | 0,11±0,035**     | 0,12±0,04***       |
| TSP. cond.units/ml         | 0,124±0,04*  | 0,82±0,13     | 0,39±0,18**      | 0,36±0,072***      |
| SB.                        | 0,066±0,012* | 0,137±0,025   | 0,155±0,026      | 0,11±0,019         |
| CTp. sec.-1                | 0,037±0,003  | 0,039±0,001   | 0,038±0,06       | 0,04±0,003         |
| CT e.molH2O. ml<br>er/min. | 0,079±0,008* | 0,029±0,0025  | 0,033±0,003      | 0,027±0,005        |
| CM. cond.units/ml          | 0,06±0,003*  | 0,079±0,003   | 0,059±0,001**    | 0,05±0,001***      |

\* P<0,05 between I and II; \*\* P<0,05 between II and III; \*\*\* P<0,05 between II and IV

Preventive introduction of amidophosphanat citizina also influenced HOL system - AOP is positively that was comparable to antioxidate action of "Essentiale". Amidophosphanat citizina kept the growth of DC in more active and distinct way (level the diene conjugates in experienced group 2,7 times lower, than in the group of comparison, and 3,8 times than in the control group) and limited accumulation of SB. On other positions essential differences are not noted, however amidophosphanat citizina reduced the activity of HOL much more significantly.

**Discussion.** Acute poisoning with four-chloride Carbonium leads to development of toxic hepatitis [4]. It is proved by sharp increase of contents of transaminases, in particular ALT that is rather characteristic of toxic contamination of liver, and also rising of level of the total bilirubin

and activity of alkaline phosphatase. Intensity evidence of 2 leading syndromes: cytolytic and cholestatic that mean serious damage of liver that then was confirmed morphologically.

It is necessary to assume further natural development of the syndrome of hepatocellular failure [5]. Preliminary introduction "Essentiale" into the tested animals in general gave positive result though in the group of comparison indicators of aminotransferases, TB and APH were significantly lower than in the control group. This preparation due to the direct hepatoprotecting action (essential phospholipids) weakens the development of cytolytic and cholestatic syndromes.

Introduction of "Essentiale" 1 h before poisoning positively affected the general picture of the complex multiphase HOL-AOP system. Use of this preparation caused less growth of toxiferous metabolites of lipohydroperoxidation at all levels: DC, CD, TPP, TSP, TB (table 2). The activity of CT in erythrocytes increased slightly and the AM level, the indicators of intoxication and the hyperoxide-induced proteolysis decreased. In the whole "Essentiale" stops HOL, stabilizes membranes and can be considered as antioxidant.

The expected growth of the activity of one of the key AOP CTkey enzymes didn't happen, and in erythrocytes this indicator even decreased a little. Evidently, this enzyme of the antihyperoxide, second line of antioxidative protection is not effective in the conditions of excess of hyperoxide of Hydrogenium.

Amidophosphanat citizina doesn't refer to any known classification of antioxidants, composing 7 groups of the preparations inhibiting free radical oxidation (FRO).

Though 2 basic positions about the mechanism of action of antioxidants are recognized, FRO inhibitors compose not only the true antioxidants interacting with lipide radicals but also many other compounds braking HOL by influence on one of its links. This effect can be also implemented through influence on various processes closely connected with lipohydroperoxidation: the hydrolysis of lipids, synthesis of Prostaglandinums and leukotrienes, enzyme systems producing AFO can be the result if not direct, then indirect action [1,5].

**Conclusions.** New domestic hepatoprotector amidophosphanate has antioxidative properties that is confirmed by expressed HOL inhibition, initiated by four-chloride Carbonium. It is possible that the mechanism of hepatoprotecting action of amidophosphanata citizina is bound with antioxidative and membrane stabilizing effect. The mechanism of preparation

effect is not found out completely that assumes further studying of this perspective hepatoprotector including clinical conditions.

## References

1. *Nema A.K., Agarwa A., Kashaw V.* Hepatoprotective activity of *Lep-tadeniareticulata* stems against carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats // *Indian. J Pharmacol.* - 2011. - №43(3). -P. 254-257.
2. *Omar T.Y.* Protective efficacy of Glycyrrhizaglabra on CCl4-induced liver injury in rabbits // *World. J Pharmtyi Res.* - 2014.- № 3(3).- P.3627-3638.
3. *Rahmat A.A., Dar F.A., Choudhary I.M.* Protection of CCl4-Induced Liver and Kidney Damage by Phenolic. Compounds in Leaf Ex-tracts of *Cnestisferruginea* (de Candolle) // *Pharmacognosy Res.* - 2014.- №6(1).- P.19-28.
4. *Al-Duais A.M., Al-Awtham Y.S., Mukhtar A.A., Shamsan A.A.* Pre-vention of Carbon Tetrachloride (CCl4)- Induced Liver Damage in Guinea Pigs by *Cyphostemma Digitatum*. // *Life Scis.* - 2012. -№6.- P.137-143.
5. *Duanbekova G.B., Issabayev A.S., Karynbayeva M. Zh. et al.* De-lection of side effects of pharmacological compounds 0.0 - dimethyl of cytidine diphosphate.- *Messenger KRSU.* – Bishkek, 2017. - №3 (7). - P.172-174.
6. Standard GLP - ГОСТР-53434-2009: «Principles of Laboratory Practice».
7. *Duanbekova G.B., Baikenova G.G., Issabayeva G.M. et al.* Toxic-ity studies with long-term administration of pharmacological compounds amidophosphate cytosine – *Messenger KRSU.* - Bishkek, 2017. - №3 (17) - P.161-164.
8. *Ushkalova V.N., Kadochnikova G.D., Vladimirov V.A., Archakov A.I.* The way of definition of products of hyperoxide oxidation of lipids in blood // *N: Nauka*, 1972. - 237 p.
9. *Korolyuk M.A., Ivanova L.I., Mayorova I.G., et al.:* Method of defi-nition of activity of catalase // *Lab Work*, 1988. - №10.- P.15-17.
10. *Kovalevskiy A.N., Nifantsev O.E.* Remarks by screening method of definition molecules of average weight // *Lab Work*, 1989. - №10. – P.35-37.
11. *Kamyshnikov V.S.* Methods of clinical laboratory researches.- 4th ed. –M.:MEDpress-Inform, 2011. – 752 p.

**Дуанбекова Г.Б.**, кандидат медицинских наук, доцент  
e-mail: guka.milaya@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВА ПОКРЫТОЙ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРОЙ В ЭЛЕМЕНТАХ ТЕПЛОЭНЕРГОУСТАНОВОК

---

---

**Аннотация.** Создана модель динамики паровых пузырей, рождающихся на твердой поверхности в пористых структурах и парогенерирующей стенке (подложке). Модель основана на кино-фотосъемке скоростной камерой СКС-1М. Составлена аналитическая модель на основе теории термоупругости. Определено предельное состояние плохотеплопроводного пористого покрытия и металлической подложки. Тепловые потоки рассчитывались от времени спонтанного появления парового зародыша ( $10^{-8}$ ) до времени разрушения материала ( $10^2 + 10^3$  с), т.е. описан интервал времени от процесса релаксации до макропроцесса (разрушения).. Вероятнее, что разрушение будет происходить под действием сил сжатия и сдвига. Интервалы теплового потока, в пределах которых происходит разрушение для кварцевого покрытия  $q_{\max} \approx 7 \times 10^7$  Вт/м<sup>2</sup>,  $q_{\min} \approx 8 \times 10^4$  Вт/м<sup>2</sup> и для граничного  $q_{\max} \approx 1 \times 10^7$  Вт/м<sup>2</sup>,  $q_{\min} \approx 21 \times 10^4$  Вт/м<sup>2</sup>. С увеличением удельного теплового потока в нагреваемом слое и, следовательно, уменьшением времени нагрева, растет роль напряжений сжатия. Несмотря на высокую сопротивляемость сжатию разрушения от сжимающих термонапряжений происходит в более благоприятных условиях мгновенно и в ничтожно малых объемах.

**Ключевые слова:** модель динамики паровых пузырей, капиллярно-пористые покрытия, интервалы тепловых потоков, уравнения теплопроводности, теплоэнергоустановки.

• • •

**Түйіндеме.** Кеуекті конструкциялардағы қатты бетке және бу шығаратын қабырғада өндірілген будың көпіршіктері динамикасының моделі жасалды. Модель жылдамдығы жоғары СКС-1М камерасымен кинотүсірілімге негізделген. Нашар жылу өткізетін кеуекті жабынның және металдың субстратының шектік күйі анықталады. Жылу ағындары бу шығынының ( $10^{-8}$ ) өздігінен пайда болған уақытынан материалдың бұзылу уақытына дейін ( $10^2 + 10^3$  с), есептелген.

Релаксация процесінен макопроцесске (жойылу) дейінгі уақыт аралығы сипатталған. Жойылу сығымдау және жылжыту күштерінің әсерінен болуы мүмкін. Мұндай бұзылу орын алған жылу ағынының аралығы кварцты құмды герметикалы герметикалық  $q_{\max} \approx 7 \times 10^7 \text{ Вт/м}^2$ ,  $q_{\min} \approx 8 \times 10^4 \text{ Вт/м}^2$  және шекаралық  $q_{\max} \approx 1 \times 10^7 \text{ Вт/м}^2$ ,  $q_{\min} \approx 21 \times 10^4 \text{ Вт/м}^2$  үшін әртүрлі. Жылытылатын қабаттағы жылу ағынының артуы артады, демек, қыздыру уақыты қысқарады, қысылған кернеулердің рөлі артады. Сығылудың жоғары қарсылыққа қарамастан, компрессорлы жылу кернеулерінен сынған кезде, қолайлы жағдайларда бірден және өте аз мөлшерде жүреді.

**Түйінді сөздер:** көпіршікті будың динамикасының моделі, капиллярлы-кеукеткі қаптамалар, жылу ағындарының аралығы, жылу теңдеуі, жылу электр станциясы.

• • •

**Abstract.** A model of vapor bubble dynamics was established, which are appeared at the solid surface in porous structures and steam generating wall. The model is based on movie and still photography by high-speed camera SKS-1M. The analytical model was established on theory of thermo elasticity when a heat flow goes to core of the vapor bubble, which has a "dry" spot and micro layer shaped like a frustum of a cone. Limit state of the weak heat conductive porous coating and metal plate were determined. Heat flows were calculated from time of spontaneous appearance of steam seed ( $10^{-8}$ ) up to time of material destruction ( $10^2 + 10^3$  c), i.e time interval was described from the relaxation process up to macro process (destruction Breakup of surfaces under impact of the compression force activates much earlier than under the tension force. Probably breakup will occur under impact of compression force and shear force. Intervals of heat flow where such breakups take place are different for quartz surfaces  $q_{\max} \approx 7 \times 10^7 \text{ W/m}^2$ ,  $q_{\min} \approx 8 \times 10^4 \text{ W/m}^2$  and boundary  $q_{\max} \approx 1 \times 10^7 \text{ W/m}^2$ ,  $q_{\min} \approx 21 \times 10^4 \text{ W/m}^2$ . When specific heat flow in the heated layer gets increased, and therefore time for heating gets reduced, that leads to compression stress increase. Despite high resistance to breakup compression from compressive heat stresses it occurs in more favorable conditions immediately and in miniscule low volumes.

**Key words:** model of vapor bubble dynamics, capillary porous surfaces, intervals of heat flows, heat conductivity equation, heat and power units.

**Введение.** Успехи в применении капиллярно-пористых материалов в технике привлекали многих исследователей и изобретателей создавать на их основе различные устройства. Повышалась интенсивность теплоотводящих систем и форсировка протекающих в них процессов [1-3]. Использование пористых материалов помимо систем охлаждения позволяло создавать агрегаты, в которых решались проблемы взрывобезопасности, охраны труда и долговечности [4-6].

Этому способствовала возможность управлять процессами парообразования за счет избытка жидкости в порах и капиллярных структурах, создаваемого совместными действиями капиллярных и массовых сил [7-9]. В тепловых энергетических установках (ТЭУ) капиллярно-пористые материалы используются для охлаждения высокофорсированных детонационных горелочных устройств [3], создания пароохладителей в паровых котлах [9], маслоохладителей, исключаящих попадание масла в охлаждающую воду и воды в систему подшипников [10], лабиринтных уплотнений [11], и в других устройствах [11-15]. Основные области практического применения капиллярно-пористых систем представлены в [3,8,21,22].

Внедрение оборудования и технологических процессов в энергетике должно производиться, прежде всего, с эколого-экономических позиций. Предлагаемые разработки капиллярно-пористых систем будут способствовать проведению процессов, существенно улучшая и сохраняя природную среду. Капиллярно-пористые системы позволяют достигнуть экономии топлива, сырья, воздуха, воды, тепла, повысить надежность охлаждения и взрывопожаробезопасность работы оборудования, способствовать высокоэффективному разрушению горных пород, бетонов, металлов, уменьшить низкотемпературную коррозию поверхностей, сократить загрязнение биосферы ядовитыми газами, пылью, теплом, ускорить решение проблем продовольственной программы, получить большой экономический и социальный эффекты в области экологии и охраны труда.

Основными преимуществами капиллярно-пористых систем являются высокая интенсивность, большая теплопередающая способность, надежность, компактность, простота в изготовлении и эксплуатации, они улучшают режимные и технологические показатели, и имеют невысокие капитальные и эксплуатационные расходы.

На основе проведенного исследования разработаны новые технические решения для улучшения эксплуатационных характеристик ТЭУ применительно к мощным энергоблокам ТЭС. Авторы [16] проводят сравнительный анализ методов расчета теплоотдачи по кипению воды с недогревом в вертикальных каналах, причем считают очаговую коррозию оболочек твэлов ядерных реакторов аналогом капиллярно-пористой структуры [17,18]. Однако исследования теплообмена по регулярной структурированной поверхности не проводи-

лось. По мнению авторов [19,20] поверхностное кипение на пористых поверхностях может влиять на развитие коррозии из-за эрозионного воздействия на поверхность теплообмена при схлопывании пузырей пара в недогретой жидкости. Поэтому требуется исследовать парообразование жидкости в капиллярно-пористых структурах в поле капиллярных и массовых сил с учетом скорости и недогрева, которые создаются избытком жидкости.

Оценка интенсивности теплообмена для кипения жидкости в большом объеме и тонких пленках на гладкой поверхности показала на их равные возможности [16-18] при высоких тепловых потоках, и на более высокие показатели теплопередачи, чем у систем с капиллярно-пористым покрытием [19,20]. Потребовалось провести исследования теплопередающих возможностей покрытий, работающих в поле капиллярных и массовых сил, и установить величины критических нагрузок, приводящих к пережогу теплообменных поверхностей нагрева.

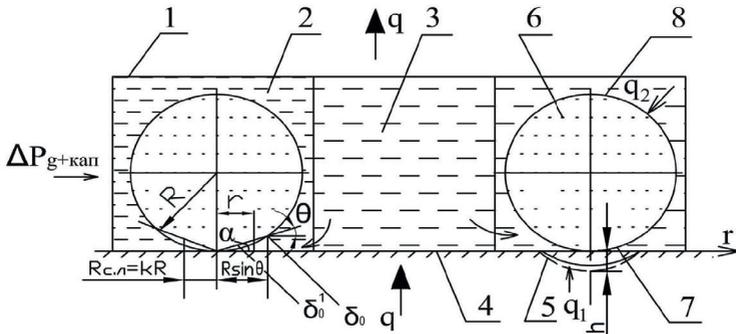
### **Модель генерации пара в отдельной ячейке пористой структуры**

Рассмотрим рост парового пузыря радиусом  $R$  в отдельной ячейке пористой структуры (рисунок 1). Полагаем, что тепловой поток  $q$ , определяющий рост парового пузыря, поступает от поверхности нагрева  $q_1$  с учетом «сухого» пятна через микрослой жидкости, находящийся под паровым пузырем, аналогично теории Д.А. Лабунцова, а часть теплоты  $q_2$  подводится от перегретой жидкости, окружающей растущий пузырь, поскольку величина перегрева жидкости в пористой структуре может достигать больших величин, что увеличивает запас энтальпии прилегающих слоев жидкости.

Охлаждающаяся жидкость транспортируется за счет совместного действия капиллярных и массовых сил  $\Delta P_{g+кап.}$  «сухое» пятно в основании пузыря описывается радиусом  $r$ , который в момент отрыва пузыря пропорционален  $R_{с.п.} = kR$ , причем микрослой жидкости под пузырем образует угол  $\alpha$  со сторонами  $\delta'_o$  и  $\delta''_o$ .

Паровой пузырь представим в виде объема шарового сегмента, из которого следует вычесть усеченный конус, образованный микрослоем. Толщина микрослоя  $\delta_o$ , питающая паровой пузырь за счет его испарения, за время роста пузыря будет постоянной величиной, поскольку капиллярные и гравитационные силы обеспечивают под-

течение свежих порций охлаждающей жидкости к основанию пузыря. В модели роста парового пузыря имеет место непосредственный переход от развитого пузырькового кипения к возможному наступлению кризиса, когда нарушиться баланс сил и толщина микрослоя устремиться к нулю ( $\delta_0 \rightarrow 0$ ), что очень важно для исследования предельного состояния системы.



1 - скелет пористой структуры; 2 - ячейка генерации пара; 3 - ячейка питания жидкостью; 4 - парогенерирующая поверхность; 5 - фронт распространения температурной волны в объеме теплогенерирующей поверхности (нержавеющая сталь и медь (пунктирная линия)); 6 - пар; 7 - «сухое» пятно; 8 - фронт распространения легкой (паровой) фазы.

Рисунок 1 - Модель соприкосновения паровых пузырей с парогенерирующей поверхностью в ячейках генерации пара пористой структуры

Межфазная поверхность 8 и парогенерирующая стенка 4 образуют средний за время роста парового пузыря динамический угол  $\theta$ . Поскольку задача решается для не очень низких давлений, то динамические процессы, имеющие место в начальной стадии развития парового пузыря, не рассматриваются. Тогда силы вязкости и поверхностного натяжения будут так же соизмеримы с инерционными силами и могут не приниматься во внимание.

Объем шарового сегмента вычисляются по формуле:

$$W_{\text{сег.}} = \pi(2R - h)^2 \left( R - \frac{2R^1 - h^1}{3} \right) = \frac{\pi}{3} R^3 (1 + \cos\theta)^2 (2 - \cos\theta),$$

где  $h^1 = R (1 - \cos\theta)$ .

Производная  $dw_{cer} / dt$  составит:

$$\frac{dw_{cer}}{dt} = \pi R^2 (1 + \cos\theta)^2 (2 - \cos\theta) \frac{dR}{dt}$$

Толщина микрослоя под паровым пузырем представляет собой усеченный конус, ограниченный со стороны пузыря «сухим» пятном 7, будет:

$$\delta_o^l = k R t g \alpha^l, \quad \delta_o = R \sin \theta t g \alpha^l,$$

где,  $k$  – коэффициент пропорциональности.

Для модели пузыря (рисунок 1), рассмотрим решение задачи термоупругости для определения предельного состояния среды на примере хрупкого покрытия из горной породы и металлической паро-генерирующей поверхности подложки.

Для термического разрушения пористого покрытия оценим влияния величины удельного теплового потока  $q$ , подводимого к поверхности и времени воздействия  $t$  его на создание разрушающих напряжений, гранулометрический состав шелухи  $\delta$  (отрывающихся частиц при разрушении), а для металла – глубину проникновения температурного возмущения с разрушением поверхности 5. В некоторых работах решающая роль при разрушении отводится термическим напряжениям растяжения, так как значение предела прочности пористых покрытий, состоящих из горных пород на сжатие в 10 и более раз выше предела прочности на растяжение, а в металле – в несколько раз. Возможно, что растягивающие напряжения вызывают лишь растрескивание покрытия, а не определяют шелушение его, т.е. они не являются решающими для термического разрушения, а основными разрушающими напряжениями являются сдвиговые [3].

Рассматривалась свободная со всех сторон пластина (произвольной формы в плане) толщиной  $2h$ . К поверхности  $z=+h$ , начиная с момента времени  $t=0$ , подводился постоянный удельный тепловой поток  $q=const$ . Нижняя поверхность  $z=-h$  и боковые края пластины считались теплоизолированными [15].

Зная распределение температуры в пластине, находим термические напряжения растяжения и сжатия, возникающие в некоторый момент времени  $t$  на различной глубине от поверхности  $\delta_i = (h=zi)$  при данном значении теплового потока  $q = const$ . Пластина с переменной по толщине температурой находится в плоско напряженном состоянии.

Задаваясь предельными значениями напряжения сжатия  $\sigma_{\text{пр.сж.}}$  и растяжения  $\sigma_{\text{пр.раст}}$  для каждого данного покрытия и металла, получаем функциональную зависимость теплового потока  $q_i$ , необходимого для разрушения от времени подачи и глубины проникновения. Кроме того, приравнивая температуры на поверхности пластины к температуре плавления покрытия и металла, находим значения удельных тепловых потоков, необходимых для расплавления поверхностного слоя за различный промежуток времени их действия. Таким образом, получим в каждом конкретном случае функциональные зависимости теплового потока  $q_i$  от времени воздействия его на среду [15].

### Результаты расчетов

Для пластины, выполненных из кварца, гранита, тешенита и металла функциональные зависимости  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$  рассчитывались на ПК. Приняты обозначения (рисунки 2-5):

$U$  – коэффициент поперечного сжатия;

$\alpha$  – коэффициент линейного расширения;

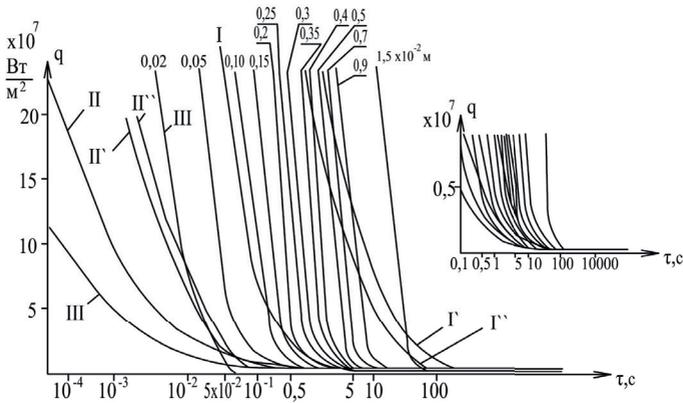
$E$  – модуль упругости.

Результаты расчетов для гранитного покрытия представлены на графике (рисунки 2-5). В случае кварцевого покрытия тепловые потоки подсчитаны для весьма широких интервалов времени ( $10^{-8} - 10^{-3}$ ) с. Нижний предел этого интервала ( $10^{-8}$ ) с – время релаксации.

Для интервалов времени порядка ( $10^{-8} - 10^{-3}$ ) соотношения для  $q_1$  и  $q_2$ , представляющие кривые гиперболического типа в координатах ( $q$ ,  $t$ ), теряют физический смысл, так как в данной задаче за основу принималось уравнение теплопроводности. Для учета микропроцессов в него необходимо добавить член типа  $K^I \frac{\partial^2 T}{\partial t^2}$  поскольку термо-

разрушение – макропроцесс, принимаем его протекающим за время ( $5 \times 10^{-3} - 10^3$ ). Изменение тепловых потоков  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$  от времени на пластинах, выполненных из гранитного покрытия, приведены на рисунке 2.

При условии разрушения покрытий только сжатием получен ряд кривых, каждая из которых соответствует определенной толщине отрывающейся частицы. Для каждого значения теплового потока и некоторого интервала получаем частицы с толщинами  $\delta_1$ ,  $\delta_2$ , ...,  $\delta_i$ . Максимальная толщина частиц, отрывающихся под действием сил сжатия для покрытий из кварца и гранита, составляет  $(0,25-0,3) \times 10^{-2}$  м.



I – напряжения растяжения, достаточные для разрушения (Γ, Γ' – медь и нержавеющая сталь,  $h = 0,1 \times 10^{-3} \text{ м}$ ); II – оплавление поверхности (II', II'' – медь и нержавеющая сталь,  $h = 0,1 \times 10^{-3} \text{ м}$ ).

Рисунок 2 - Зависимость тепловых потоков, вызывающих напряжения сжатия пористого покрытия из гранита в зависимости от времени действия для различной толщины отрывающихся частиц

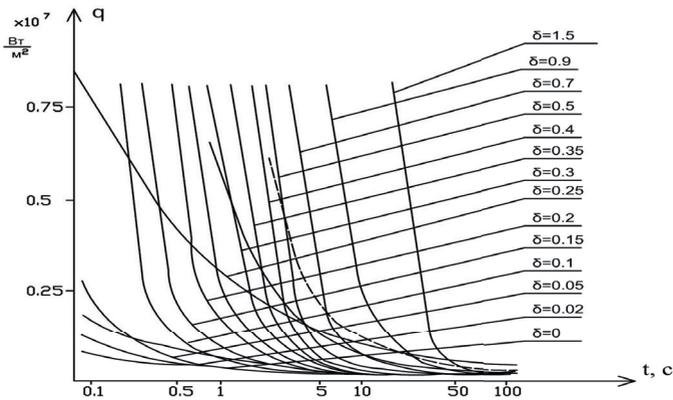
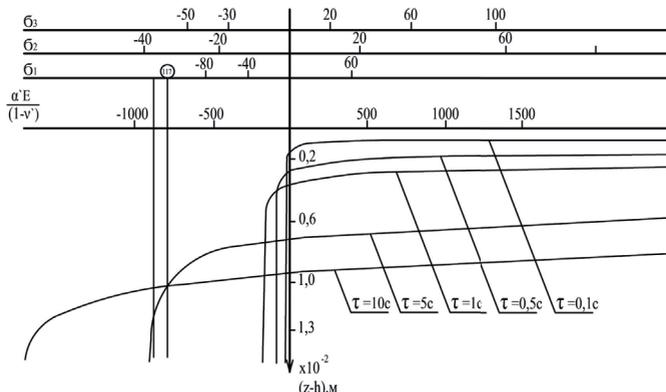


Рисунок 3 - Зависимость  $q = f(t)$ , представленная на рисунке 2. в диапазоне  $q = (0,25 \dots 0,75) \times 10^7 \text{ Вт/м}^2$

Участки кривых сжатия, определяющие отрыв частиц с толщинами  $\delta > 0,3 \times 10^{-2} \text{ м}$  для больших тепловых потоков и малых  $t$ , экраниру-

ются кривой плавления II, а в случае малых тепловых потоков и значительных интервалов времени – кривой растяжения. Причем, кривая плавления покрытия из кварца проходит значительно выше, чем таковая у гранита, что объясняет его устойчивое хрупкое разрушение.



$$q_1=0,142 \times 10^7 \text{ Вт/м}^2, q_2=0,042 \times 10^7 \text{ Вт/м}^2, q_3=0,075 \times 10^7 \text{ Вт/м}^2,$$

II7 – предел прочности на растяжение

Рисунок 4 - Эпюры напряжений по толщине гранитной пластины при различных тепловых потоках и времени их действия

Взаимосвязь напряжений сжатия и растяжения (рисунок 4) представляет собой эпюры напряжений внутри пластины для различных интервалов времени от начала рассматриваемого процесса. При малых  $t$ , порядка  $10^{-2}$  с, возникают только напряжения сжатия. Начиная с  $t \approx 10^{-1}$  с, в некоторой области  $\Delta (h - z_i)$ , напряжение сжатия переходит в напряжение растяжения, причём для различных интервалов времени они находятся на различной глубине от поверхности пластины. В области перехода напряжения сжатия в напряжение растяжения будут, по видимому, наблюдаться наибольшие напряжения сдвига слоев покрытия. Во времени сдвиговые напряжения достигают предельных значений позже разрушающих напряжения сжатия и, очевидно, раньше максимальных напряжений растяжения. Разрушение от сжатия может происходить как на некоторой глубине (до  $0,3 \times 10^{-2}$  м<sup>2</sup>), так и в малом поверхностном слое  $\delta$  за весьма короткий промежуток времени  $t$ . Время отрыва частиц тешенитного покрытия определенное

скоростной киносъёмкой, камерой СКС-1М [3], составляет (0,11...0,47) с и хорошо согласуется с приведенными данными ( $t_{\min}$  = от 0,1 с и более) см. рисунок 5.

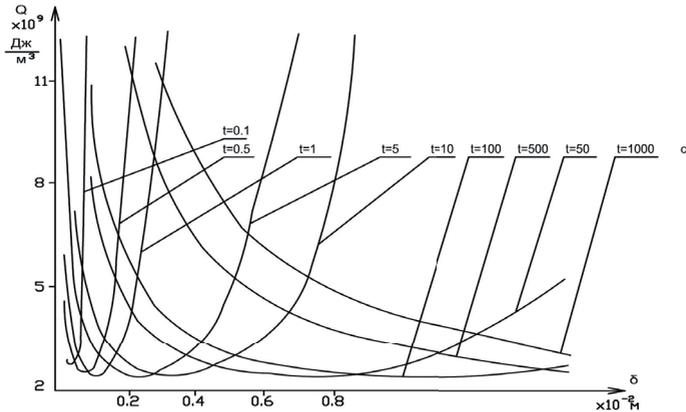


Рисунок 5 - Изменение удельной энергии разрушения гранитного покрытия в зависимости от  $\delta$  для различных  $t$ .

На рисунке 5, дан расчет удельной энергии  $Q$  разрушения единицы объёма гранитного покрытия. В зависимости от толщины  $\delta$  отрывающихся частиц вычисляется энергия  $Q$ . Кривые имеют явно выраженные минимумы.

**Выводы.** Создана модель генерации паровых пузырьков на твердой поверхности с пористым покрытием, в основу которой положены кинофотограмметрические наблюдения за внутренними характеристиками кипения жидкости. Высокая форсировка теплопередачи обеспечивается комбинированным действием капиллярных и массовых сил. Паровой пузырь представлен в виде объёма шарового сегмента с микрослоем жидкости и «сухим» пятном в его основании. Для такой модели решена задача термоупругости и определено предельное состояние системы хорошо- и плохотеплопроводимых материалов (пористое покрытие на металлической подложке). Определены тепловые потоки, подводимые к поверхности, время их воздействия на создание разрушающих напряжений, размеры отрывающихся частиц и глубины проникновения температурной волны в подложку. Тепловые потоки подсчитывались от времени взрывообразного появ-

ления первого зародыша ( $10^{-8}$ с) до времени разрушения материалов ( $10^2 + 10^3$  с), т.е. от времени релаксации до времени, описывающего микропроцесс. Установлена взаимосвязь в процессе разрушения только напряжением сжатия, плавлением либо напряжением растяжения. Размеры отрывающихся частиц подтверждены скоростной съемкой, каждой толщине  $\delta_i$  отрывающейся частицы под действием сил сжатия соответствуют свои предельные значения тепловых потоков, которые находятся в пределах приведенных интегралов.

### Обозначения:

|  |   |
|--|---|
| Q – удельная энергия, Дж/м <sup>3</sup> ;                      | цы), м;   |
| h – высота, толщина пленки, м;                                 | R – радиус шара, м;   |
| q – тепловая нагрузка, Вт/м <sup>2</sup> ;                     | R <sub>с.п.</sub> – радиус «сухого» пятна, м;                                   |
| σ – коэффициент поверхности натяжения;                         | ΔP <sub>g+кап</sub> – суммарный действующий напор (массовый и капиллярный), Па; |
| σ <sub>пр.сж.</sub> – предельные напряжения сжатия, Н/м;       | k – коэффициент пропорциональности, м <sup>2</sup> ;                            |
| σ <sub>пр.раст.</sub> – предельные напряжения растяжения, Н/м; | g – ускорение свободного падения, м/с <sup>2</sup> ;                            |
| T – температура, К;  | α – коэффициент линейного расширения, К <sup>-1</sup> ;                         |
| T <sub>p</sub> – температура разрушения, К;                    | W <sub>сер.</sub> – объем парового сегмента;                                    |
| T <sub>пл</sub> – температура плавления, К;                    | π – число Пи.   |
| t – время, с;  |   |
| δ – толщина (отрывающейся части-                               |   |

### Список литературы

1. *Polyaev V.M., et al., Methods of monitoring Energy Processes// Experimental thermal and fluid science, International of thermodynamics. Experimental Heat transfer, and Fluid Mechanics. Avenue of the Americas – New York, 1995.-V. 10.- April – p. 273-286.*
2. *Polyaev V.M... Genbach A.A. Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces// Thermal Engineering. – Moscow, 1993. –Vol.40.- No7.- P. 551-554.*
3. *Поляев В.М., Генбач А.Н., Генбач А.А. Предельные состояния поверхности при термическом воздействии // Теплофизика высоких температур. – 1991.- Т.29.- № 5. – С. 923-934.*
4. *Polyaev V.M., Genbach A.A. Control of Heat Transfer in a porous cooling System Second world conference of experimental heat transfer,*

fluid mechanics and thermodynamics // Dubrovnik, Yugoslavia, 23 – 28 June, 1991. – P.639 – 644.

5. Поляев В.М., Генбач А.А., Минашкин Д.В. Процессы в пористом электрическом теплообменнике // Известия вузов. Машиностроение. - 1991. - № 4–6. - С. 73–77.

6. Поляев В.М., Генбач А.А. Анализ законов трения и теплообмена в пористой структуре // Вестник МГТУ, сер.Машиностроение. - 1991. - С.86 – 96.

7. Поляев В.М., Генбач А.А., Боcharова И.Н. Влияние давления на интенсивность теплообмена в пористой системе. // Известия вузов. Машиностроение. - 1992. - № 4–6. - С.68 -72.

8. Генбач А.А., Бакытжанов И.Б. Защита от землетрясений фундаментов ТЭС с помощью пористых геоэкранов // Поиск, МОН РК. - 2012. - № 1(2). - С.289 – 297.

9. Генбач А.А., Данильченко И. Пористый пароохладитель паровых котлов // Промышленность Казахстана. - 2012. - № 1 (70). - С.72-75.

10. Генбач А.А., Олжабаева К.С. Визуализация термического воздействия на пористой материал в ТЭУ ЭС // Вестник Национальной инженерной академии РК, 2012. - № 3 (45). - С.63 – 67.

11. Генбач А.А., Исламов Ф.А. Исследование присопловой галтели в энергоустановках // Вестник КазНТУ, 2013. - № 3 (97). - С.245–248.

12. Генбач А.А., Исламов Ф.А. Моделирование процесса задевания ротора турбины // Вестник КазНТУ. - 2013. - № 6(100). - С. 235–240.

13. Поляев В.М., Генбач А.А. Области применения пористой системы // Известия вузов. Энергетика. - 1991.- № 12. - С. 97–101.

14. Поляев В.М. Генбач А.А. Управление теплообменов в пористой структуре // Известия Российской академии наук. Энергетика и транспорт. - 1992. - Т 38. - №6 – С. 105-110.

15. Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю. Модель генерации пара на твердой поверхности, покрытой пористой структурой для элементов теплоэнергоустановок // Вестник КазНТУ. - 2017.- №4 (122). - С.49-56.

16. Jamialahmadi M., et al., Experimental and Theoretical Studies on Subcooled Flow Boiling of Pure Liquids and Multicomponent Mixtures, Intern. J Heat Mass Transfer. 51. - 2008. - № 9-10. - P.2482-2493.

17. Ose Y., Kunugi T., Numerical Study on Subcooled Pool Boiling, Progr. In Nucl. Sci. and Technology 2, 2011. - P. 125-129.

18. Krepper E., et al., CFD Modeling Subcooled Boiling-Concept, Validation and Application to Fuel Assembly Design / Nucl. Eng. and Design, 237.- 2007. - № 7. - P. 716-731

19. *Ovsyanik A.V.* Modelling of Processes of Heat Exchange at Boiling Liquids (in Russian)// Gomel State Technical University named after P.O., Sukhoy, Gomel, Belarus, 2012

20. *Alekseik, O.S., Kravets V.Yu.*, Physical Model of Boiling on Porous Structure in the Limited Space// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 64, 2013.-№ 4/8. - P.26-31.

21. *Genbach A.A., Jamankylova N.O., Bakic Vukman V.* The processes of Vaporization in the Porous Structures Working With The Excess of Liquid/ Thermal Science, 2017. - Vol. 21, №1A, P. 363-373. DOI:10.2298/TSCI160326313G

22. *Genbach A.A., Olzhabayeva K.S., Iliev I.K.* Boiling Process in oil Coolers on Porous Elements/ Thermal Science, 2016. - Vol. 20.-№ 5.- P.1777-1789. DOI: 10.2298/TSCI150602166G

**Генбач А.А.**, доктор технических наук, профессор ВАК

**Бондарцев Д.Ю.**, докторант PhD, кафедра тепловые энергетические установки (ТЭУ)

**Илиев И.К.**, PhD, профессор, кафедра «Теплотехника, гидравлика и экология» (ТГЕ)

# ГОРНОЕ ДЕЛО

---

МРНТИ 52.47.15

*Т.А. Жанабаев<sup>1</sup>, И.Б. Игембаев<sup>2</sup>, А.Т. Тулепбергенов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Каспийский общественный университет, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет  
им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

## ОЦЕНКА БУРОВЫХ РАСТВОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ БУРЕНИЯ В СЛАБОСЦЕМЕНТИРОВАННЫХ И АРГЕЛИТОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПОЛИМЕРА РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА «РЕОЛОН SP-36»

---

**Аннотация.** Статья посвящена повышению качества строительства скважин за счет обеспечения устойчивости и целостности ствола скважины, путем обработки промывочных жидкостей химическими реагентами и полимерами нового поколения. Исследованы причины, приводящие к нарушению устойчивости стенок скважин на нефтегазовых месторождениях Казахстана, и сформулированы требования к промывочным растворам для бурения в неустойчивых породах. По результатам исследований определено, что одним из путей повышения устойчивости стенок скважины является регулирование состава и технологических свойств буровых растворов. Анализ опыта строительства скважин в потенциально неустойчивых слабоцементированных глинистых породах показал, что интенсивность кавернообразования может быть значительно уменьшена путем использования ингибирующих добавок различного механизма действия, что доказано лабораторными исследованиями на малоглинистом полимерном ингибированном буровом растворе на основе полимера «Реолон SP36». В статье отражены рекомендации по использованию раствора нового состава при строительстве нефтегазовых и геотехнологических скважин в Республике Казахстан и в других нефтяных районах со сложными геологическими и техническими условиями бурения.

**Ключевые слова:** полимер, буровые растворы, устойчивость стенок скважины, неустойчивые породы, бурение, химические реагенты.

• • •

**Түйіндеме.** Мақала ұңғы бұрғылау сапасын ұңғының орнықтылығы мен тұтастығын жуу сұйықтарын химиялық реагенттер және жаңа полимермен өңдеуді жетілдіру арқылы арттыруға арналған. Қазақстанның мұнай мен газ кенорындарындағы ұңғы қабырғаларының тұтастығының бұзылуына әкелетін себеп-

тер және орнықсыз тау жыныстарында бұрғылауға арналған жуу сұйықтарына қойылатын талаптардың теориялық негіздемелері зерттеледі. Зерттеулердің нәтижелері бойынша ұңғы қабырғаларының орнықтылығын арттырудың бірден-бір жолы бұрғылау ерітінділерінің құрамы мен технологиялық қасиеттерін реттеу екендігі анықталды. Орнықсыз саз жыныстарында ұңғы бұрғылау тәжірибесін талдау қуыс-қолтық түзілуінің қарқындылығын әр түрлі механизмді және әрекетті ингибирлегіш қоспаларды қолдану арқылы азайтуға болады, бұл Реолон SP36 негізіндегі аз сазды полимерлі ингибирленген бұрғылау ерітіндісін қолдану арқылы жақсартуға болатындығы зертханалық зерттеулер арқылы дәлелденді. Бұл мақалада Қазақстан Республикасы шет елдердің геологиялық және техникалық бұрғылау жағдайлары күрделі мұнай газ және геотехникалық ұңғыларды бұрғылау кезінде жаңа құрамды жуу сұйығын қолдану ұсыныстары көрсетілген.

**Түйінді сөздер:** Полимер, бұрғылау ерітінділері, қабырға орнықтылығы, орнықсыз жыныстар, бұрғылау, химиялық реагенттер.

• • •

**Abstract.** The article is devoted to improving the quality of well construction by ensuring the stability and integrity of the wellbore by treating the washing liquids with chemical reagents and new generation polymers. The reasons leading to the disturbance of the stability of the walls of the wells in the oil and gas fields of Kazakhstan were investigated, and the requirements for drilling muds for drilling in unstable rocks were formed.

According to the results of the research, it is determined that one of the ways to increase the stability of the walls of the well is to regulate the composition and technological properties of drilling fluids. Analysis of the experience of well construction in potentially unstable weakly cemented clay rocks has shown that the intensity of cavern formation can be significantly reduced by using inhibiting additives of different mechanism of action, which is proved by carrying out laboratory studies on a polymer polymer inhibited polymer solution based on polymer Reolon SP36. The article reflects recommendations on the use of a new composition solution for the construction of oil and gas and geotechnological wells in the Republic of Kazakhstan and other oil regions of the near abroad with complex geological and technical drilling conditions.

**Key words:** polymer, drilling mud, wall stability, unstable rocks, drilling, chemical reagents.

**Введение.** По подтвержденным запасам нефти, Казахстан входит в число 15 ведущих стран мира. Здесь находится 3,3% мировых запасов углеводородного сырья. Общие прогнозные извлекаемые ресурсы углеводородного сырья составляют 17 млрд. т, из них 8 млрд. т приходится на казахстанский сектор Каспийского моря. Нефтегазоносные районы на которых расположено 172 нефтяных и 42 конденсатных ме-

сторождения, занимают площадь около 62% всей территории страны. Примерно 70% запасов углеводородов сконцентрировано в западной её части. Основные запасы сосредоточены в Западном Казахстане, в большей части они приурочены к Казахстанской части Прикаспийской впадины. В настоящее время открыты и разрабатываются такие месторождения-гиганты как Кашаган – 6,4 млрд. т, Тенгиз – 3,1 млрд. т, Узень – 1,1 млрд. т, Карачаганак – свыше 1 млрд. т, Каламкас – 510 млн. т, Жанажол – 550 млн.т, Жетибай – 330 млн.т, Актоты – 269 млн. т нефти.

Одной из основных проблем при строительстве нефтяных и газовых скважин являются осложнения, обусловленные аномально высокими и аномально низкими пластовыми давлениями, высокими температурами, наличием мощной соленосной толщи с пропластками пластичных пород, а также наличием агрессивных компонентов в пластовом флюиде [1].

Проводка скважин почти во всех нефтяных и газовых месторождениях Казахстана связана с преодолением больших трудностей, возникающих при разбурировании мощных глинистых и солевых отложений различного состава (магниевого, кальциевого). При этом необходимо обеспечить уменьшение сроков строительства скважин при повышении их качества, значительное снижение трудовых и материальных затрат и оздоровление экологической обстановки.

Для решения поставленных задач необходимо выполнить значительный объем бурения в разнообразных горно-геологических условиях с высокими технико-экономическими показателями путем совершенствования технологии проводки скважин. При этом большое внимание должно быть уделено повышению устойчивости стенок скважины в неустойчивых породах, как одному из факторов, способствующему росту технико-экономических показателей бурения при освоении больших глубин в осложненных условиях.

**Цель исследования** – повышение качества строительства скважин за счет обеспечения устойчивости и целостности её ствола путем совершенствования обработки буровых растворов химическими реагентами и полимерами нового поколения.

**Задачи исследования:**

- Анализ причин возникновения осыпей и обвалов стенок скважины в потенциально неустойчивых глинистых отложениях, обобщение методов их предупреждения и борьба с ними;

- Изучение физико-химических процессов, происходящих при проводке ствола скважин в аргиллитовых отложениях;
- Разработка составов полимерных, ингибирующих буровых растворов при формировании ствола скважин в потенциально неустойчивых глинистых отложениях;
- Проведение лабораторных исследований ингибирующей способности буровых растворов с помощью прибора ПНГ-1;
- Испытание новых рецептур буровых растворов в промысловых условиях.

### **Нарушение целостности ствола скважины и причины этого явления**

Из практики бурения известно, что существуют три основные категории нарушения целостности ствола в процессе проводки скважины:

1. Образование и развитие трещин различных размеров, ориентаций и протяженностей вследствие колебаний напряженного состояния в нарушенном массиве;
2. Образование каверн вследствие нарушения связности пород в пристволевой зоне;
3. Образование сужений деформационного и коркообразующего характера вследствие увеличения объема породы (набухания), вязкопластической деформации и высоких фильтрационных качеств породы, ведущих к образованию толстых глинистых корок на стенках скважины [2].

Результаты экспериментальных исследований показали, что деформацию горных пород стенок скважин, независимо от глубины их залегания, можно разделить на упругую, структурно-обратимую, структурно-необратимую и вязкопластическую. Кроме того, возможно и хрупкое разрушение. Характер протекания и продолжительность отдельных видов деформаций могут быть различными, в зависимости от горно-геологических условий и сочетания воздействующих факторов.

Приведенные выше типы деформации в условиях бурения нефтяных и газовых скважин, как показывает практика, могут проявляться в виде:

- набухания и увеличения объема горных пород (как результат упругих деформаций);
- вытекания (как результат ползучести и вязкопластических деформаций);
- осыпей, обвалов и обрушений (как результат хрупких, мгновенных разрушений в стволе);
- образования и распространения глубоких пространственных трещин (как результат мгновенного и усталостного гидроразрыва пласта, также относящегося к хрупким разрушениям горных пород, но с нарушением сплошности всего близлежащего массива) [3].

При этом достаточно важно строго расчленять все деформационные проявления, так как большая их часть характеризуется рядом сходных признаков и последствий. Например, такие деформационные проявления, как набухание, сужение, вытекание, осыпи и обвалы, вызывают побочные явления в виде затяжек и посадок инструмента, потери циркуляции, что обуславливает необходимость проработки ствола скважины. Эти же деформационные проявления приводят и к прихвату буровых труб в скважине.

Известно, что в результате фильтрации промывочная жидкость частично перегружает пласт и уменьшает сопротивляемость проницаемых пород на стенках скважины. Чаще всего это связано с физико-химическим влиянием жидкостей и поверхностно-активных веществ, содержащихся в них [3].

**Методика обработки результатов.** Учитывая вышеназванные технологические требования к подготовке, использованию и очистке буровых растворов и воздействию на глинистые породы, предлагается собственный состав бурового раствора и технология его приготовления. К буровым растворам, предназначенным для бурения монтмориллонитовых, иллитовых, каолинитовых глинистых пород, склонных к разбуханию, предъявляются следующие требования:

- количество полимеров в растворе должно быть оптимальным (причина в дорогой цене на полимеры и в эффекте от применения);
- растворы должны содержать поверхностно активные добавки;
- твердая фаза раствора должна образовывать на поверхности высокоструктурную корку, способную быть устойчивой при значительных диапазонах изменения рН среды и уровнях минеральной агрессии;

- предлагаемый новый полимер не должен подавлять другие реагенты в растворе и не нарушать их рабочие параметры;

- основные реагенты для приготовления буровых растворов должны быть доступными и дешевыми [4].

Учитывая вышеизложенные условия, предлагается создать инновационную композицию буровых растворов на основе использования полимерного диспергатора Реолон-SP36, изготовленного в процессе синтеза карбоновых и винилсульфанатных кислот и солей. Производителем реагента Реолон-SP36 является компания «Оргполимерсинтез СПб» (Санкт-Петербург, Россия) [5].

### **Основные показатели полимерного диспергатора нового поколения Реолон- SP36 на основе сополимеров карбоновых и винилсульфоновых кислот и их солей**

Реолон-SP36 представляет собой водно-полимерную систему на основе сополимера акриловой и винилсульфоновой кислот и их солей. Данный продукт предназначен для применения в нефтегазодобывающей промышленности в качестве реагента, понижающего вязкость глинистых растворов, а так же в качестве герметизатора ствола скважины при бурения.

- Реолон-SP36 разжижает глинистые растворы, понижает статическое и динамическое напряжение сдвига, обладает смазывающими свойствами, заметно снижает коэффициент трения на границе металл-раствор;

- Реолон-SP36 проявляет свойства супер-пластификатора при цементировании ствола, улучшает реологические характеристики цементных смесей, увеличивает прочность цементного камня, снижает его пористость и позволяет снизить водоцементное отношение [6].

С учетом свойств данного полимера на основе результатов выполненных исследований предлагается использовать его для понижения водоотдачи и улучшения смазывающих характеристик буровых растворов при бурении скважин в сложных условиях нефтегазовых месторождений Казахстана (особенно в глинистых пластах, склонных к обвалу). На основе данного полимера был разработан, исследован и изготовлен в лабораторных условиях новый состав бу-

рового раствора для бурения в глинистых, аргиллитовых и алевролитовых отложениях.

Бесспорно, для получения качественного бурового раствора недостаточно использования только одного типа полимера. Необходимо использование еще нескольких дорогостоящих полимеров, что в конечном итоге целесообразно и с технологической и с экономической точек зрения. По этой причине, после детального изучения условий, предшествующих экспериментальным данным, было принято решение о поиске оптимального состава полимерного ингибированного бурового раствора с необходимыми параметрами и приемлемой себестоимостью.

В результате поисков и лабораторных исследований были получены данные, представленные в таблица 1.

На основе лабораторных исследований был определен оптимальный состав бурового раствора для бурения скважин в неустойчивых глинистых породах. При этом использовались следующие реагенты.

1. **Бентонитовая глина** - Восточно-Казахстанская область, Таганское месторождение.

2. **Ксантан** – природный полисахаридный биополимер. Получен путем ферментации углеродом бактерии *Xanthomonas campestris*. Широко используется в пищевой, косметической, нефтегазовой промышленности в качестве стабилизатора, загустителя, гелеобразователя.

3. **Реолон-SP36** - водно-полимерная система на основе сополимера акриловой и винисульфоновой кислот и их солей.

4. **Карбонат натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$**  (кальцинированная сода) – натриевые соли углекислоты. Порошок белого цвета с крупными и мелкими кристаллами. Главная особенность этого реагента – ускорение процесса ионообмена за счет нейтрализации солей.

5. **Гидроксид натрия  $\text{NaOH}$**  (каустическая сода) – применяется для нейтрализации кислот и кислотных оксидов, как реагент или катализатор в химических реакциях, в нефтепереработке – для производства масел.

6. **Барит  $\text{BaSO}_4$**  – природный сульфат бария с очень высокой плотностью (4300-4700 кг/м<sup>3</sup>). В нефтяной отрасли для утяжеления бурового раствора.

**Таблица 1 - Результаты исследований композиций буровых растворов с целью оптимизации их состава [5]**

| №  | Количество воды и КСІ, г/г | Количество бентонита, Г - % | Вид и количество полимеров в составе раствора, Г - %   | ПЛОТНОСТЬ, ρ кг/м <sup>3</sup> | Условная вязкость, Т, с / Динамическое напряжение сдвига, Па•с | Показатель Флигратции, см <sup>3</sup> /30мин. | рН   | Площадь Глинистой корки, мм | СНС-      |            |
|----|----------------------------|-----------------------------|--|--------------------------------|--|--|------|-----------------------------|-----------|------------|
|    |                            |                             |  |                                |  |  |      |                             | 1мин., Па | 10мин., Па |
| 1  | 2                          | 3                           | 4  | 5                              | 6  | 7  | 8    | 9                           | 10        | 11         |
| 2  | 1000/20                    | 20-2                        | Ксантан - 1,5;<br>Крахмал - 10;                        | 1,02                           | 47/ 9,2-10,8   | 14   | 9,5  | 0,2                         | 2,7       | 2,58       |
| 3  | 1000/30                    | 30-3                        | Ксантан - 4,5;   | 1,03                           | 39/-   | 10   | 9,8  | 0,5                         | 3,48      | 2,83       |
| 4  | 1000/20                    | 20-2                        | Крахмал - 10;  | 1,02                           | 47/-   | 14,5   | 9,5  | 0,2                         | 2,7       | 2,58       |
| 5  | 1000/20                    | 10-1                        | Ксантан - 3,33<br>Крахмал - 5                          | 1,03                           | 35/-   | 10   | 9,6  | 0,6                         | 3         | 7          |
| 6  | 1000/20                    | 15-1,5                      | Ксантан - 3,33<br>Крахмал - 5<br>BaSO <sub>4</sub> - 5 | 1,1                            | 38/-   | 11   | 9,8  | 0,7                         | 4,2       | 9,3        |
| 7  | 1000/20                    | -                           | Ксантан - 8<br>Крахмал - 12                            | 1,02                           | 43/-   | 6,5  | 10,5 | 0,5                         | 12,2      | 12         |
| 8  | 1000                       | 10-1                        | Геллан - 4<br>Крахмал - 6                              | 1,01                           | 36/-   | 14   | 8    | 0,5                         | 0         | 0          |
| 9  | 1000                       | 2,5-0,5                     | Крахмал - 7,5  | 1,01                           | 35/-   | 23   | 10,2 | 0,3                         | 0         | 0          |
| 10 | 1000/30                    | 100-10                      | Реолон - 25 г<br>Ксантан - 3 г                         | 1,04                           | 19/-   | 30   | 10   | 0,5                         | 3,8       | 4,2        |
| 11 | 1000/30                    | 100-10                      | Реолон - 10 г<br>Ксантан - 3 г                         | 1,05                           | 63/-   | 15   | 10   | 3                           | 5,4       | 5,8        |
| 12 | 1000/30                    | 50-5                        | Реолон - 30 г<br>Ксантан - 3 г                         | 1,02                           | 30/-   | 12   | 10   | 1                           | 3,2       | 3,1        |
| 13 | 1000/30                    | 50-5                        | Реолон - 70 г<br>Ксантан - 3 г<br>Жид. Стекло - 30 г   | 0,9                            | 150/-  | 14   | 11   | 1                           | 6,45      | 5,8        |
| 14 | 1000/30                    | 30-3                        | Реолон - 20 г<br>Ксантан - 3 г<br>Жид. Стекло - 50 г   | 1,06                           | 25/-   | 22   | 11   | 0,6                         | 4         | 10         |

Окончание таблицы 1

| 1  | 2       | 3                             | 4  | 5    | 6     | 7   | 8   | 9   | 10  | 11    |
|----|---------|-------------------------------|--|------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|
| 15 | 1000    | 50-5%                         | Реолон -15 г<br>Ксантан -3 г<br>Жид. Стекло - 50 г   | 1,05 | 43/-  | 8,5 | 9,4 | 0,3 | 5,8 | 12,32 |
| 16 | 1000/30 | 50-5%                         | Реолон - 15 г<br>Ксантан -3 г<br>Жид. Стекло -50 г   | 1,05 | 35/-  | 6   | 9,4 | 0,5 | 5,6 | 10    |
| 17 | 1000/20 | 10-1%                         | Геллан - 4 г<br>Крахмал -30 г  | 1,02 | 36/-  | 7   | 8   | 0,4 | 2,5 | 2,3   |
| 18 | 1000/30 | 30-3%                         | Реолон - 15 г<br>Ксантан -5 г<br>КМЦ - 10 г  | 1,04 | 36/-  | 6   | 8   | 0,1 | 1,2 | 2,5   |
| 19 | 1000/30 | 100-10%                       | Реолон - 15 г<br>Ксантан -5 г<br>КМЦ - 15 г  | 1,04 | 150/- | 6   | 8,5 | 0,1 | 9   | 11,6  |
| 20 | 1000/30 | 70-7%<br>Гидратиро-<br>ванный | Реолон - 15 г<br>Ксантан -5 г<br>Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> - 2 г   | 1,01 | 39/-  | 8   | 8,5 | 0,3 | 1,8 | 2,1   |
| 21 | 1000/   | 70-7%<br>Гидратиро-<br>ванный | Реолон - 15 г<br>Ксантан -5 г<br>Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> - 2 г<br>BaCl <sub>2</sub> - 120 г                          | 1,08 | 31/-  | 8   | 7   | 0,2 | 0,9 | 1,5   |
| 22 | 1500/30 | 70-7%                         | Реолон - 15 г<br>Ксантан -3 г<br>Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> - 2 г<br>Барит BaSO <sub>4</sub> - 100 г                    | 1,1  | 40/-  | 9   | 10  | 0,3 | 5,2 | 5,3   |
| 23 | 1000/30 | 70-7%<br>Гидратиро-<br>ванный | Реолон - 15 г<br>Ксантан -3 г<br>Карбонат натрия<br>Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> - 2 г<br>Барит BaSO <sub>4</sub> - 100 г | 1,12 | 38/-  | 9   | 8   | 1   | 4,5 | 9,2   |

7. **Хлористый калий KCl** – калиевая соль соляной кислоты. Кристаллический порошок белого цвета, без запаха. В нефтегазовой промышленности его применяют при бурении глинистых отложений, склонных к набуханию неустойчивых пород, в качестве мощного гидротационного ингибитора.

8. **Пенегаситель OMEX19** – бесцветная химическая жидкость. Многоцелевой, универсальный пенегаситель для бурового раствора, произведен в Китае.

С целью определения оптимального состава буровых растворов для бурения в сложных условиях было проведено наблюдение за изменением реологических свойств буровых растворов постепенного увеличения количества каждого элемента: глины, полимеров, ингибитора, утяжелителя в составе бурового раствора.

### **Выбор оптимального состава буровых растворов по результатам исследований**

Анализ результатов вышеизложенных исследований показан в табл.1

1. Для приготовления раствора используемая вода смягчалась добавлением 2-х г карбоната натрия (0,2% кальцинированной соды -  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), чтобы поднять уровень pH до 9-10 добавлялся гидроксид натрия NaOH (каустическая сода). За счет этого улучшался ионообмен раствора;

2. Оптимальный уровень присутствия глины – 7% от общего количества раствора, т.е. на 1000 г воды достаточно 70 г гидратированной бентонитовой глины, что обеспечивает необходимую плотность, вязкость, фильтрационную свойства бурового раствора;

3. С учетом реологических свойств полимера Реолон-SP36 его состав в растворе не должен превышать 15 г, т.е. составлять всего 1,5% от общего объема бурового раствора, по влиянию на основные реологические свойства раствора, и приемлемую себестоимость;

4. Далее было определено воздействие на реологические свойства бурового раствора оптимальный состав в растворе 3г, т.е. не более 0,3% от общего объема. В данной пропорции ксантанового природного полисахаридного биополимера снижается показатель

фильтрации бурового раствора, улучшаются показатели напряжения динамического и статического сдвигов;

5. Необходимое количество пеногосителя OMEX19 было – 1% от общего объема раствора, что составило 10 г;

6. Содержание хлористого калия в растворе не должно превышать 3% (30 г.), увеличение удельного веса хлористого калия невыгодно ни экономически, ни технологически;

7. Для обеспечения необходимой плотности бурового раствора в пределах  $1.1 \text{ кг/м}^3$  содержание барита должно составлять 10% от общего объема раствора, т.е. достаточно добавить всего 100г утяжелителя. Установлено, что барит не оказывает влияния на основные реологические свойства бурового раствора.

Новый состав малоглинистого, полимерного, ингибированного бурового раствора для бурения скважин в сложных геологических условиях и его основные технологические свойства приведены в таблице 2.

### **Обоснование целесообразности применения ингибированного бурового раствора с добавлением полимерного диспергатора Реолон-SP36**

Для определения ингибирующих свойств буровых растворов были собраны образцы горных пород (кернов) со многих нефтегазовых и урановых месторождений Казахстана. Керны отбирались только из глинистых пластов.

Для определения склонности глины к разбуханию, из цельных кернов вырезались цилиндрические формы диаметром 56,5 мм и высотой 10 мм, для чего был использован прибор ПНГ-1.

Работа проводилась в специализированной лаборатории «Института полимерных материалов и технологий», находящегося при технопарке КазНТУ им. К.И. Сатпаева. Лаборатория оборудована необходимым инструментарием по резке, измельчению, просеиванию, сверлению кернов.

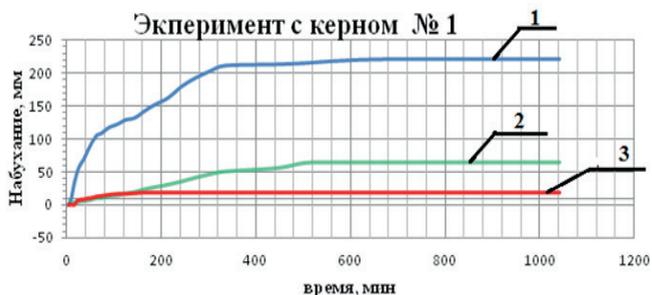
В качестве примера на рисунок 1 приведены графические зависимости набухания глинистых кернов от времени взаимодействия с различными растворами и жидкости [5].

Таблица 2 - Новый состав малоглинистого ингибированного бурового раствора с добавлением полимера нового поколения Реолон-S36[5].

| Состав                       | Технические показатели                                 |  |  |                                 |  |                             |                        |   |                        |   |
|------------------------------|--|--|--|---------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|---|------------------------|---|
|                              | Условная вязкость, Т, С, Пластическая вязкость т, ДНС, | Плотность, р, кг/м <sup>3</sup>  | Показатель фильтраций, 30мин/см <sup>3</sup>           | Толщина глинистой корки, мм     | СНС-1 мин, Па                                | СНС-10 мин, Па              | Содержание песка, П, % | Стабильност БР, С, р <sub>1</sub> , р <sub>2</sub> , р <sub>2</sub> -р <sub>1</sub> |                        |   |
| Количество воды и КС1, гр/гр | Количество бентонита, %                                | Количество полимеров добавленных в раствор, г/%  | Условная вязкость, Т, С, Пластическая вязкость т, ДНС, | Плотность, р, кг/м <sup>3</sup> | Показатель фильтраций, 30мин/см <sup>3</sup> | Толщина глинистой корки, мм | СНС-1 мин, Па          | СНС-10 мин, Па  | Содержание песка, П, % | Стабильност БР, С, р <sub>1</sub> , р <sub>2</sub> , р <sub>2</sub> -р <sub>1</sub> |
| 1000/30г-3 %                 | 70г-7% Гидротированный                                 | Реолон - 15 г - 1,5%<br>Ксантан - 3 г - 0,3%<br>Карбонат натрия Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> - 2 г - 0,2%<br>гидроксид натрия NaOH - 1 г - 0,1%<br>ОМEX19 - 10 г - 1%<br>Барит BaSO <sub>4</sub> - 100 г - 10 % | I-30<br>I-22<br>ДНС-75                                 | 1,12                            | 5,5  | 0,4                         | 5                      | 9   | 0,3                    | 1,1-1,0<br>0,1  |

**Таблица 3 - Результаты взаимодействия кернов с малоглинистым полимерным ингибированным буровым раствором с добавкой KCl**

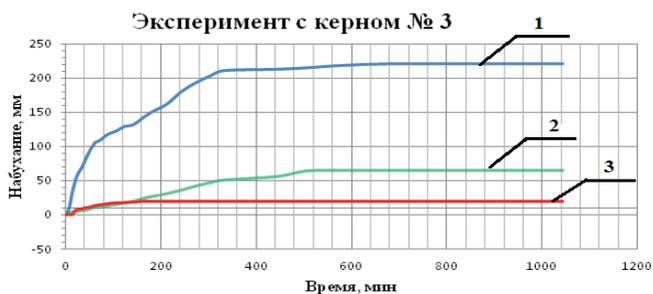
| Промежуток времени, мин | кern № 1         |                  | кern № 2         |                  | кern № 3         |                  | кern № 4         |                  | кern № 5         |                  | кern № 6         |                  | кern № 7         |                  | кern № 8         |                  | кern № 9         |                  |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                         | Общая время, мин | Набухание 0,01мм |
| 3                       | 3                | 0                | 2                | 1                | 1                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                |
| 3                       | 6                | 0                | 2                | 1                | 1                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                |
| 3                       | 9                | 0                | 2                | 1                | 1                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 1                |
| 3                       | 12               | 0                | 2                | 2                | 1                | 1                | 1                | 0                | 1                | 0                | 1                | 0                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                |
| 3                       | 15               | 3                | 2                | 2                | 1                | 2                | 1                | 0                | 1                | 0                | 1                | 0                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                |
| 3                       | 18               | 6                | 2                | 2                | 1                | 3                | 1                | 0                | 1                | 0                | 1                | 0                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                |
| 3                       | 21               | 7                | 2                | 2                | 1                | 5                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 1                | 2                | 1                | 2                | 1                | 1                | 1                |
| 3                       | 24               | 8                | 2                | 3                | 2                | 8                | 1                | 1                | 1                | 2                | 1                | 2                | 1                | 2                | 1                | 1                | 1                | 1                |
| 3                       | 28               | 8                | 2                | 3                | 2                | 15               | 2                | 1                | 2                | 1                | 2                | 1                | 2                | 1                | 2                | 1                | 1                | 1                |
| 5                       | 33               | 9                | 2                | 3                | 2                | 20               | 2                | 1                | 2                | 1                | 2                | 1                | 2                | 1                | 2                | 1                | 1                | 1                |
| 5                       | 38               | 10               | 2                | 3                | 2                | 25               | 2                | 1                | 3                | 1                | 3                | 1                | 3                | 1                | 3                | 1                | 1                | 1                |
| 5                       | 43               | 10               | 2                | 3                | 2                | 30               | 2                | 1                | 3                | 1                | 3                | 1                | 3                | 1                | 3                | 1                | 1                | 1                |
| 5                       | 48               | 11               | 2                | 3                | 2                | 35               | 2                | 1                | 3                | 1                | 3                | 1                | 3                | 1                | 3                | 1                | 1                | 1                |
| 5                       | 53               | 12               | 2                | 3                | 2                | 37               | 2                | 2                | 3                | 2                | 2                | 2                | 3                | 2                | 3                | 2                | 2                | 2                |
| 5                       | 58               | 13               | 2                | 3                | 2                | 38               | 2                | 2                | 3                | 2                | 2                | 2                | 3                | 2                | 3                | 2                | 2                | 2                |
| 5                       | 63               | 14               | 2                | 3                | 2                | 40               | 2                | 2                | 3                | 2                | 2                | 2                | 3                | 2                | 3                | 2                | 2                | 2                |
| 10                      | 73               | 15               | 2                | 3                | 3                | 42               | 2                | 2                | 4                | 2                | 2                | 2                | 4                | 2                | 4                | 2                | 2                | 2                |
| 10                      | 83               | 16               | 2                | 4                | 3                | 46               | 2                | 3                | 4                | 2                | 3                | 4                | 4                | 2                | 4                | 2                | 2                | 2                |
| 10                      | 93               | 17               | 2                | 4                | 3                | 48               | 2                | 3                | 4                | 2                | 3                | 4                | 4                | 2                | 4                | 2                | 2                | 2                |
| 15                      | 108              | 17               | 2                | 4                | 3                | 49               | 2                | 3                | 4                | 2                | 3                | 4                | 4                | 2                | 4                | 2                | 2                | 2                |
| 15                      | 123              | 18               | 2                | 4                | 3                | 53               | 3                | 3                | 4                | 2                | 3                | 4                | 4                | 2                | 4                | 2                | 2                | 2                |
| 20                      | 143              | 19               | 2                | 4                | 3                | 56               | 3                | 3                | 5                | 2                | 3                | 5                | 5                | 2                | 5                | 2                | 2                | 2                |
| 20                      | 163              | 19               | 2                | 4                | 3                | 60               | 3                | 3                | 5                | 2                | 3                | 5                | 5                | 2                | 5                | 2                | 2                | 2                |
| 20                      | 183              | 19               | 2                | 4                | 3                | 63               | 3                | 3                | 5                | 2                | 3                | 5                | 5                | 2                | 5                | 2                | 2                | 2                |
| 30                      | 213              | 19               | 2                | 4                | 3                | 66               | 3                | 4                | 5                | 2                | 3                | 5                | 5                | 2                | 5                | 2                | 2                | 2                |
| 30                      | 243              | 19               | 2                | 4                | 3                | 70               | 3                | 4                | 6                | 2                | 4                | 6                | 6                | 2                | 6                | 2                | 2                | 2                |
| 30                      | 273              | 19               | 2                | 4                | 3                | 73               | 4                | 4                | 6                | 2                | 4                | 6                | 6                | 2                | 6                | 2                | 2                | 2                |
| 30                      | 303              | 19               | 2                | 4                | 3                | 75               | 4                | 4                | 6                | 2                | 4                | 6                | 6                | 2                | 6                | 2                | 2                | 2                |
| 30                      | 333              | 19               | 2                | 4                | 3                | 75               | 4                | 4                | 6                | 2                | 4                | 6                | 6                | 2                | 6                | 2                | 2                | 2                |
| 60                      | 443              | 19               | 2                | 4                | 3                | 75               | 4                | 5                | 6                | 2                | 4                | 6                | 6                | 2                | 6                | 2                | 2                | 2                |
| 60                      | 503              | 19               | 2                | 4                | 3                | 75               | 4                | 5                | 7                | 2                | 4                | 6                | 7                | 2                | 7                | 2                | 2                | 2                |
| 60                      | 563              | 19               | 2                | 4                | 3                | 75               | 4                | 5                | 7                | 2                | 4                | 6                | 7                | 2                | 7                | 2                | 2                | 2                |
| 60                      | 623              | 19               | 2                | 4                | 3                | 75               | 4                | 5                | 7                | 2                | 4                | 6                | 7                | 2                | 7                | 2                | 2                | 2                |
| 60                      | 683              | 19               | 2                | 4                | 3                | 75               | 4                | 5                | 7                | 2                | 4                | 6                | 7                | 2                | 7                | 2                | 2                | 2                |
| 60                      | 743              | 19               | 2                | 4                | 3                | 75               | 4                | 6                | 8                | 2                | 4                | 6                | 8                | 2                | 8                | 2                | 2                | 2                |
| 60                      | 803              | 19               | 2                | 4                | 3                | 75               | 4                | 6                | 8                | 2                | 4                | 6                | 8                | 2                | 8                | 2                | 2                | 2                |
| 60                      | 863              | 19               | 2                | 4                | 3                | 75               | 4                | 6                | 8                | 2                | 4                | 6                | 8                | 2                | 8                | 2                | 2                | 2                |
| 60                      | 923              | 19               | 2                | 4                | 3                | 75               | 4                | 6                | 8                | 2                | 4                | 6                | 8                | 2                | 8                | 2                | 2                | 2                |
| 60                      | 983              | 19               | 2                | 4                | 3                | 75               | 4                | 6                | 8                | 2                | 4                | 6                | 8                | 2                | 8                | 2                | 2                | 2                |



1-вода; 2- буровой раствор без KCl; 3- ингибированный буровой раствор.



1-вода; 2- буровой раствор без KCl; 3- ингибированный буровой раствор



1- вода; 2- буровой раствор без KCl; 3- ингибированный буровой раствор

Рисунок 1 - Зависимость набухания кернов от времени взаимодействия промывочного агента ( вода, раствор без KCl, ингибированный буровой раствор)

## Оценка экономической эффективности использования предлагаемого технологического решения по результатам апробация в промысловых условиях

По результатам апробации в промысловых условиях, разработанной и прошедшей технологические испытания в рамках данных исследований инновационной композиции бурового раствора на основе использования полимера Реолон-SP36 выполнен следующий ряд расчетов, позволяющих оценить ожидаемый экономический эффект от масштабного внедрения на месторождении Ащысай.

1) Определив затраты на химические реагенты и технические ресурсы для приготовления бурового раствора нового состава объемом 130 м<sup>3</sup>.

$$S = A \times T_{пр} + V \times C_{1м^3} \text{ тг} \quad (1)$$

где A- стоимость 1 ч. работы буровой установки, тг./ч;

T<sub>пр</sub> - время на приготовление объема бурового раствора, ч;

V- необходимый объем бурового раствора, (V = 130 м<sup>3</sup>);

C - стоимость 1м<sup>3</sup> бурового раствора, тг.

$$S_{\text{базовый}} = 50\,000 \times 4 + 130 \times 32\,277 = 4\,395\,100 \text{ тг.}$$

$$S_{\text{нов.сос}} = 50\,000 \times 4 + 130 \times 24\,148 = 3\,139\,240 \text{ тг.}$$

Ожидаемая экономия денежных средств на приготовление 1м<sup>3</sup> рекомендуемого раствора составит:

$$\Theta_{эф} = S_{\text{базовый}} - S_{\text{нов.сос}} : 130 \text{ м}^3 \quad (2)$$

где  $\Theta_{эф}$  - эффективность на приготовление 1м<sup>3</sup> бурового раствора

$$\Theta_{эф} = (4\,395\,100 - 3\,139\,240) : 130 = 1\,255\,860 : 130 = 9\,660,46 \text{ тг./м}^3$$

2) Расчет затрат на проведение бурения заданного интервала скважины и проведение профилактических работ по предупреждению осложнений в 1-ой скважине в одной зоне осложнения выполняется ориентировочно по приведенной формуле, учитывающей календарное время бурения с учетом непроизводительного времени, и время ликвидации обвала на скважине (до применения разрабатываемых ингибирующих композиций буровых растворов):

$$P=A \times (T_{обв} + T_{кал}) + a \cdot C, \quad (3)$$

где,  $P_{базовый}$  - бурение на традиционных буровых растворах:

$C$  - стоимость  $1\text{ м}^3$  бурового раствора, тг.;

$A$  - стоимость 1 часа работы буровой установки, тг./ч;

$T_{кал} = T_{кал1}$  – среднее календарное время бурения с учетом непроизводительного времени, ч.;

$a$  - объем скважины в рассматриваемом интервале, ( $a= 48\text{ м}^3$ );

$T_{обв}$  - время ликвидации обвала на скважине, ч.

$P_{нов.сос}$  - при бурении на испытываемых ингибированных растворах:

$T_{кал} = T_{кал2}$  – календарное время бурения, рассматриваемого интервала бурения 400-1250 м (850 м), с учетом непроизводительного времени, в том числе, затраты времени на каротаж: КС, ПС, ГК, НГК-60, КВ, термометрия, проверка исправности очистного обрудования циркуляционной системы, и проверка ПВО;

$a$  - объем скважины в рассматриваемом интервале, ( $a= 48\text{ м}^3$ );

$T_{обв}$  - время ликвидации обвала на скважине, ч.

$$P_{базовый} = 50\,000 \cdot (24+163)+48 \cdot 32\,277 = 10\,899\,296 \text{ тг.}$$

$$P_{нов.сос} = 50\,000 \cdot (120)+48 \cdot 24\,148 = 7\,159\,104 \text{ тг.}$$

Для бурения скважины по программе «Хайлон» время проходки интервала залегания толщи глинистых пород скважины  $T_{кал}$  определяется по формуле расчета коммерческой скорости бурения:

$$T_{кал} = H \cdot 720 / v_k \quad (4)$$

где  $v_k$  – коммерческая скорость бурения, м/ст.месяц;

$H$  – количество пробуренных метров, м;

$T_{кал}$  – календарное время бурения с учетом непроизводительного времени, ч.

$$T_{кал} = 850 \cdot 720 / 3750 = 163,2 \sim 163 \text{ ч.}$$

3) Ожидаемая экономия затрат на приготовление  $48\text{ м}^3$  рекомендуемого раствора, на основе проведенных полевых испытаний Приложение М, составит:

$$S_{130\text{базовый}} = 4\,395\,100 \text{ тг.}$$

$$S_{130\text{нов.сос}} = 3\,139\,240 \text{ тг.}$$

$$\mathcal{E}_{48} = (S_{130\text{базовый}} - S_{130\text{нов.сос}}) : 130 \cdot 48 \quad (5)$$

$$\mathcal{E}_{48} = (4\,395\,100 - 3\,139\,240) : 130 \cdot 48 = 1\,255\,860 \cdot 48 = \mathbf{463\,702,15 \text{ тг.}}$$

4) Ожидаемая экономия затрат на проводку скважины в интервале 400-1250 м (толща неустойчивых глинистых пород) по результатам апробации составит:

$$\mathcal{E}_{\text{бурения 400-1250 м}} = P_{\text{базовый}} - P_{\text{нов.сос}} \text{ тг.} \quad (6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{бурения 400-1250 м}} = 10\,899\,296 - 7\,159\,104 = \mathbf{3\,740\,192 \text{ тг.}}$$

5) Экономический эффект от выполнения цикла бурения на ингибированном растворе в интервале скважины 400-1250 м при упрощенном расчете с учетом только экономического эффекта от приготовления 48 м<sup>3</sup> раствора  $\mathcal{E}_{48}$  и экономического эффекта от его испытания в натуральных условиях  $\mathcal{E}_{\text{бурения 400-1250 м}}$  составил:

$$\mathcal{E}_{\text{эф. 400-1250 м}} = \mathcal{E}_{48} + \mathcal{E}_{\text{бурения 400-1250 м}} = 463\,702,15 + 3\,740\,192 = \mathbf{4\,203\,894 \text{ тг.}}$$

Если считать, что «Хайлон» завершает строительством (бурением) в среднем 80 скважин в год, и каждой скважиной осуществляется проходка аналогичного интервала с залеганием толщи неустойчивых глин, то ожидаемый экономический эффект от применения нового состава бурового раствора составит:

$$\mathcal{E}_{\text{эф.год}} = \mathcal{E}_{\text{эф. 400-1250 м. 1скв}} \cdot 80, \text{ тг.} \quad (7)$$

$$\mathcal{E}_{\text{эф.год}} = 4\,203\,894 \cdot 80 = \mathbf{336\,311\,532 \text{ тг./г}}$$

Экономический эффект от применения бурового раствора с давлением Реолон SP36 для наглядности представлен в графическом виде на рисунке 2.

Безусловно, данный расчет носит предварительный характер, его следует корректировать в процессе длительных промысловых испытаний с учетом множества факторов, влияющих на процесс внедрения любой инновационной технологии. Однако, даже из результатов такого «ориентировочного» расчета виден положительный эффект результатов разработки и ожидаемого внедрения предлагаемых данных исследований и технологических решений. При этом, увеличение эффекта и от расширения Программы работ, принятой заводом «Оргполимерсинтез», которая предусматривает возмож-

ность производства (синтез) полимеров в непосредственной близости от месторождения. Это, в свою очередь, позволит снизить стоимость конечного продукта.

1. При использовании приготовления 1 м<sup>3</sup> бурового раствора экономический эффект составил - 211 354 тг.

2. При приготовлении 130 м<sup>3</sup> бурового раствора экономический эффект составил - 27 476 020 тг.

3. На приготовление 80 скв. (примерно за год) бурового раствора экономический эффект составил - 2 198 080 600 тг.

Как видно из проведенных расчетов ожидаемой экономической эффективности, использование рекомендуемого ингибированного бурового раствора с добавлением полимера Реолон целесообразно.

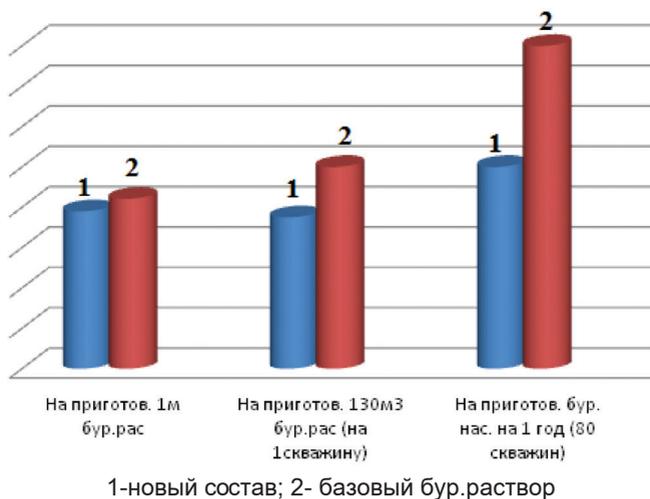


Рисунок 2 - Снижение стоимости от применение бурового раствора с добавлением Реолон SP36

Новый состав бурового раствора, рекомендуется для бурения в потенциально неустойчивых аргиллитовых и алевролитовых глинистых отложениях. Для приготовления малоглинистого полимерного ингибированного бурового раствора с добавлением полимера Реолон-SP36, применялись доступные химические реагенты и материалы. Этот факт доказывает целесообразность применения данного

раствора и в других НГ и урановых месторождениях Казахстана, разрез которых сложен потенциально неустойчивыми глинистыми отложениями.

**Выводы.** В результате выполнения работы реализован комплексный подход к решению задачи совершенствования буровых растворов с применением полимеров нового поколения. Результаты работы могут быть использованы при строительстве нефтегазовых и урановых скважин в Республике Казахстан и в других нефтяных районах ближнего зарубежья со схожими горно- геологическим и техническими условиями бурения.

1. Установлено, что среди наиболее перспективных направлений методов предупреждения нарушений целостности ствола скважин выделена химическая обработка буровых растворов (ингибирование) при бурении и заканчивании скважин.

2. Установлено, что одним из путей повышения устойчивости стенок скважины является регулирование состава и технологических свойств бурового раствора. Анализ опыта строительства скважин в потенциально неустойчивых слабоцементированных глинистых породах показал, что интенсивность кавернообразования может быть значительно уменьшена использованием ингибирующих добавок различного механизма и действия.

3. Лабораторными испытаниями установлено, что полимерный малоглинистый ингибированный буровой раствор с добавлением полимерного диспергатора Реолон-SP36, изготовленный на основе карбоновых и винилсульфанатных кислот и солей, предупреждает и обеспечивает устойчивость стенки скважин при бурении скважин в неустойчивых аргиллитовых глинистых отложениях.

4. Установлено, что взаимодействие диспергатора Реолон-SP36 и ксантанового биополимера обеспечивает устойчивое повышение вязкостных и противоприхватных смазывающих свойств и положительно влияет на транспортирующие способности шлама притом существенно снижая показатель фильтрации (до 30%).

5. Построен сравнительный график зависимости набухания от времени глинистых кернов собранных из 16 глиносодержащих горизонтов 6-ти месторождений Казахстана.

6. Экономический эффект от внедрения рекомендуемых буровых растворов на 1 скважину за счет снижения расхода химических

реагентов и материалов на предупреждение осложнений составил 27 476 020 тг. (по ценам 2017 г.).

7. Ингибированный, малоглинистый буровой раствор с добавлением полимерного диспергатора Реолон-SP36, рекомендуется для бурения не только на нефтегазовых, но и урановых месторождениях Казахстана, разрез которых состоит из потенциально неустойчивых аргелитовых и алевролитовых глинистых отложений. Так как новый состав доказал хорошую ингибирующую характеристику и экономическую эффективность от использования данного бурового раствора.

### Список литературы

1. *Иванова М.Ф.* Общая геология с основами исторической геологии: учебник для географ, спец. Вузов / 4-е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1980. - 440 с.

2. *Агзамов Ф.А., Измухамбетов Б.С., Токунова Э.Ф.* Химия тампонажных и промывочных растворов: учебное пособие. - Спб.: Недра, 2011. - 268 с.

3. *Шайхымежденов Ж.Г.* Обеспечение устойчивости и целостности стенок ствола скважин при бурении в осложненных условиях: учебное пособие. - Астана, 2010.- 38 с.

4. *Билецкий М.Т., Касенов А.К., Ратов Б.Т., Жанабаев Т.А., Утепов З.Г.* Результаты исследований по совершенствованию рецептур ингибирующих буровых растворов// Новости науки Казахстана.- 2015. - №3 (125). - С. 36-51.

5. *Нифонтов Ю.А., Ратов Б.Т., Жанабаев Т.А.* Буровые промывочные жидкости и тампонажные растворы на основе полимерных композиций нового поколения // Труды междунар.ф-ма «Инженерное образование и наука в XXI веке: Проблемы и перспективы», посвященного 80-летию КазНТУ имени К.И. Сатпаева. - 2014. -Т.1. - С. 294-297

6. Сайт [orgpol.ru](http://orgpol.ru): Оргполимерсинтез, [Электронный ресурс]: [www.orgpol.ru](http://www.orgpol.ru)

# МЕТАЛЛУРГИЯ

---

---

МРНТИ 52.47.15

*С.Ш. Кажикенова<sup>1</sup>, Э.К. Бекмагамбетова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Карагандинский государственный технический университет,  
г. Караганда, Казахстан

## МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ НИКЕЛЯ

---

---

**Аннотация.** Впервые к анализу технологии химико-металлургических процессов и схем будут применены объективные и фундаментальные информационные критерии, выраженные в универсальных единицах информации – битах. Исследования применимы на металлургических и химических производствах, в первую очередь, на производстве цветных металлов, стали и ферросплавов, редких металлов. Разработаны информационные критерии комплексной оценки неопределенности и завершенности технологических процессов и применены для анализа существующих или усовершенствованных производств черных, цветных и редких металлов в Казахстане. Практическая значимость полученных на основе подобного подхода результатов состоит в возможности использования единых информационных критериев для экспертной оценки конкурирующих схем как на стадии выбора альтернативных проектов, так и способов усовершенствования существующих технологий, что особенно важно в условиях рыночных отношений.

**Ключевые слова:** энтропия, информационная емкость, алгоритм, детерминация, мониторинг качества, металлургические предприятия, производство никеля.

• • •

**Түйіндеме.** Жұмыста химия-металлургиялық процесстер мен сұлбалар технологиясын талдауға әмбебап ақпарат бірліктері – биттермен өрнектелген, объективті және маңызды ақпараттық критерийлер алғаш рет қолданылатын болады. Кез келген металлургиялық және химиялық өндірістерге, бірінші кезекте, Қазақстандағы түсті металдар, болат пен ферроқорытпалар, сондай-ақ сирек металдар өндірістеріне таралады. Жұмыс технологиялық сұлбаларды энтропия-ақпараттық талдауға арналған, оның нәтижесінде технологиялық

процестердің белгісіздігіне және аяқталғандығына кешенді баға берудің ақпараттық критерийлері әзірленген және Қазақстандағы қара, түсті және сирек металдардың бар немесе жетілдірілетін өндірістерін талдау үшін қолданылған. Мұнымен шикізатты қайта өңдеудің технологиялық аса жетілдірілген әдістері мен сұлбаларын таңдау анықталады. Осындай ыңғай негізінде алынған нәтижелердің ғылым үшін практикалық маңыздылығы балама жобаларды таңдау сатысында бәсекелесуші сұлбаларды, сондай-ақ қолданылып жүрген технологияларды жетілдіру тәсілдерін сараптамалық бағалау үшін бірыңғай ақпараттық критерийлерді пайдалану мүмкіндігінен тұрады, бұл әсіресе нарықтық қатынастар жағдайларында маңызды болады.

**Түйінді сөздер:** энтропия, ақпараттық сыйымдылық, алгоритм, айқындау, сапа мониторингі, металлургиялық кәсіпорындар, никель өндіру.

• • •

**Abstract.** The novelty of the thesis consists in that for the first time to the analysis of the technology of chemical-and-metallurgical processes and schemes there will be applied objective and fundamental information criteria expressed in universal units, i.e. bits. The prospect of the study covers any metallurgical and chemical productions, first of all the existing in Kazakhstan production of non-ferrous metals, steel and ferrous alloys, as well as rare metals. The work is devoted to entropy-and-information analysis of technological schemes, as a result of which there are worked out information criteria of the complex estimation of technological processes uncertainty and completeness and are used for the analysis of the existing or being improved productions of ferrous, non-ferrous and rare metals in Kazakhstan. This defines the selection of technologically most perfect methods and schemes of raw material processing. The practical significance for science of the results obtained on the basis of this approach consists in the possibility to use unified information criteria for the expert assessment of the competitive schemes at the stage of selecting alternative projects, as well as methods of improving the existing technologies, which is especially important in the conditions of the market relations.

**Key words:** entropy, information capacity, algorithm, definition, quality monitoring, metallurgical enterprises, Nickel production.

**Введение.** Статья посвящена проблеме комплексного подхода к совершенствованию металлургических процессов. В качестве научной основы такого подхода рассмотрено устранение избыточной неопределенности в технологических операциях по степени их незавершенности и по недостаточному качеству получаемых продуктов. С этой целью предпринят анализ ряда процессов в металлургии цвет-

ных металлов на примере технологических операций производства никеля. При этом широко использовались различные методы исследования, в которых в равной степени учитывалась как строго детерминированная, так и случайная природа изучаемых процессов.

Алгоритмы вычисления информационной емкости системы, предложенные Шенноном, позволяют выявить соотношение количества детерминированной информации и количества стохастической информации, и тем самым дать возможность определить качественную и количественную оценку определенной технологической схемы. При общей характеристике энтропийно-информационного анализа любых объектов широко используется статистическая формула Шеннона для выражения неопределенности любой системы [1]:

$$H = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i, \quad (1)$$

где,  $p_i$  – вероятность обнаружения какого-либо однородного элемента системы в их множестве  $N$ ;

$$\sum_{i=1}^N p_i = 1, \quad p_i \geq 0, \quad i=1,2,\dots,N.$$

Мы рассмотрели применение данной формулы для количественной оценки неопределенности качества продукта или технологического передела через неопределенность главного элемента системы. В качестве вероятности обнаружения главного элемента технологической системы можно принять его содержание в продукте, выраженное в долях единицы. Например, это содержание извлекаемого химического элемента в продуктах технологического передела. То же самое относится и к процессу извлечения элемента в тот или иной продукт. Для оценки качества продукта или технологических переделов могут быть в равной степени использованы оба этих показателя – содержание и извлечение. Таким образом, количество информации будет служить и количественной мерой определенности технологического процесса.

Если  $\overline{I(d)}$ ,  $\overline{I(h)}$  – значения информации  $I(d)$ , энтропии  $I(h)$ , отнесенные к максимальному значению энтропии по Хартли, и на основании закона сохранения суммы информации и энтропии выполнено условие [2]:

$$\overline{I(d)} + \overline{I(h)} = 1, \quad (2)$$

то относительное значение степени детерминации  $\overline{I(d)}$  есть решение уравнения:

$$\overline{I(d)}^n + \overline{I(d)} - 1 = 0,$$

где  $n \in Z, n \geq 0$  - номер уровня организации технологической системы.

Предложенный Шенноном метод исчисления количества информации и энтропии оказался настолько универсальным, что его применение не ограничивается теперь узкими рамками чисто технических приложений. Для конкретного численного выражения степени детерминации и стохастичности рассмотрим формулу Р.Хартли, которая применительно к уровневой имеет вид [3]:

$$H_{\overline{I(d)}(\max)} = k^n \log N_0, \quad (3)$$

где  $n$  – порядковый номер, рассматриваемого уровня,  $n \in Z, n \geq 0$ ;  $k$  – длина кода элементов на каждом уровне иерархической системы;  $N_0$  – число элементов уровня технологической системы, принятого за начало отсчета  $n=0$ .

**Методы и результаты исследования.** Рассмотрим технологическую схему с длиной кода  $k = 2$ , то есть  $k$  в данном случае это выборка из множества – элемент и не элемент, содержащихся в продукте. Технологический смысл этого ограничения сводится к тому, что детерминация системы в первом приближении оценивается по одному какому-то элементу, главному и целевому, например, по никелю, а остальные принимаются в каждом переделе как единый остаток, то есть не элемент (или не никель). Тогда (3) примет вид:

$$H_{\overline{I(d)}(\max)} = 2^n \log N_0 = 2^n \log_2 2 = 2^n. \quad (4)$$

Принципиально важным преимуществом информационной оценки качества продуктов или технологических операций является то, что предлагаемый показатель  $H_n$ , как и любые энтропийно-информационные величины, можно суммировать, тем самым отображая всю систему по этому показателю. Данное свойство аддитивности имманентно присуще энтропии и информации и является основой для выражения закона сохранения их суммы. Следовательно, технологическую неопределенность различных операций в пределах единой технологической схемы можно выразить системным показателем неопределенности:

$$H_{\sum_{n(\max)}} = \sum_{i=0}^n H_i = \sum_{i=0}^n 2^i \text{ бит/эл.} \quad (5)$$

Из формул для детерминированной и максимальной информации следует, что детерминированная  $I_n(d)$  и системная  $I_{\Sigma_n}(d)$  составляющие определяются как:

$$I_n(d) = H_{n(\max)} \left[ 1 - \frac{1}{(n+1)!} \right] \text{ бит/эл.}, \quad I_n(d) = 2^n \left[ 1 - \frac{1}{(n+1)!} \right] \text{ бит/эл.},$$

$$I_{\Sigma_n}(d) = \sum_{i=0}^n H_{i(\max)} \left[ 1 - \frac{1}{(i+1)!} \right] \text{ бит/эл.}, \quad I_{\Sigma_n}(d) = \sum_{i=0}^n 2^i \left[ 1 - \frac{1}{(i+1)!} \right] \text{ бит/эл.}$$

Результаты проведенных расчетов для  $n=16$  представлены в таблице 1 [4].

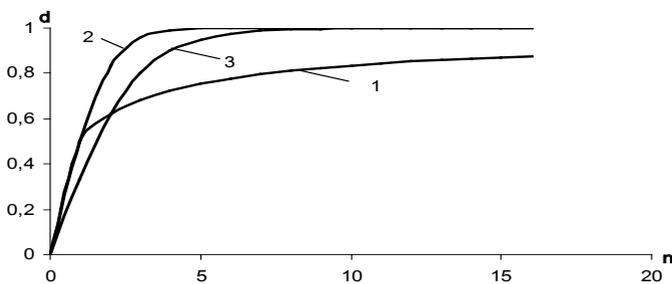
Установлено отличие системных данных от уровней, а именно интегральные величины детерминации меньше дифференцированных по уровням за счет включения в расчет информации предыдущих уровней, отличающихся большей стохастичностью. При переходе на более высокий структурный уровень вступает в действие закон или принцип прогрессивного увеличения разнообразия. Так как распределение вероятностей по этим уровням не влияет на качество продукции, то при расчетах достаточно ограничиться только междууровневыми корреляциями. Различие гармонизированной, дифференцированной и интегральной моделей проиллюстрируем графически в координатах уровень организации – степень детерминации в соответствии с рисунком 1, где  $n$  - уровень технологического передела, а  $d$  - показатель детерминации технологической системы.

**Таблица 1 - Расчетные оптимальные энтропийно-информационные характеристики в иерархической системе для случая  $k = 2, N_0 = 2$**

| $n$ | $I_n(d)$<br>бит/эл.                       | $H_{n(\max)}$<br>бит/эл. | $d_n = \frac{I_n(d)}{H_{i(\max)}}$    | $I_{\Sigma_n}(d)$<br>бит/эл.                           | $H_{\Sigma_n(\max)}$<br>бит/эл. | $d_{\Sigma_n} = \frac{I_{\Sigma_n}(d)}{H_{\Sigma_n(\max)}}$                     |
|-----|---|--------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------|---|
|     | $2^n \left[ 1 - \frac{1}{(n+1)!} \right]$ | $2^n$                    | $\left[ 1 - \frac{1}{(n+1)!} \right]$ | $\sum_{i=0}^n 2^i \left[ 1 - \frac{1}{(i+1)!} \right]$ | $\sum_{i=0}^n 2^i$              | $\frac{\sum_{i=0}^n 2^i \left[ 1 - \frac{1}{(i+1)!} \right]}{\sum_{i=0}^n 2^i}$ |
| 1   | 2   | 2                        | 4                                     | 5  | 6                               | 7   |
| 0   | 0   | 1,0                      | 0                                     | 0  | 1,0                             | 0   |
| 1   | 1,0000                                    | 2,0                      | 0,5000                                | 1,0000   | 3,0                             | 0,3333  |
| 2   | 3,3333                                    | 4,0                      | 0,8333                                | 4,3333   | 7,0                             | 0,6190  |
| 3   | 7,6667                                    | 8,0                      | 0,9583                                | 12,0000  | 15,0                            | 0,8000  |

Окончание таблицы 1

| 1  | 2          | 2       | 4      | 5           | 6        | 7      |
|----|------------|---------|--------|-------------|----------|--------|
| 4  | 15,8667    | 16,0    | 0,9917 | 27,8667     | 31,0     | 0,8989 |
| 5  | 31,9556    | 32,0    | 0,9986 | 59,8222     | 63,0     | 0,9496 |
| 6  | 63,9873    | 64,0    | 0,9998 | 123,8095    | 127,0    | 0,9749 |
| 7  | 127,9968   | 128,0   | 1,0    | 251,8063    | 255,0    | 0,9875 |
| 8  | 255,9993   | 256,0   | 1,0    | 507,8056    | 511,0    | 0,9937 |
| 9  | 511,9999   | 512,0   | 1,0    | 1019,8055   | 1023,0   | 0,9969 |
| 10 | 1024,0000  | 1024,0  | 1,0    | 2043,8055   | 2047,0   | 0,9984 |
| 11 | 2048,0000  | 2048,0  | 1,0    | 4091,8055   | 4095,0   | 0,9992 |
| 12 | 4096,0000  | 4096,0  | 1,0    | 8187,8055   | 8191,0   | 0,9996 |
| 13 | 8192,0000  | 8192,0  | 1,0    | 16379,8055  | 16383,0  | 0,9998 |
| 14 | 16384,0000 | 16384,0 | 1,0    | 32763,8055  | 32767,0  | 0,9999 |
| 15 | 32768,0000 | 32768,0 | 1,0    | 65531,8055  | 65535,0  | 1,0    |
| 16 | 65536,0000 | 65536,0 | 1,0    | 131067,8055 | 131071,0 | 1,0    |



$n$  – номер уровня,  $d$  – степень детерминации: 1 – гармонизированная, 2 – дифференцированная, 3 – интегральная

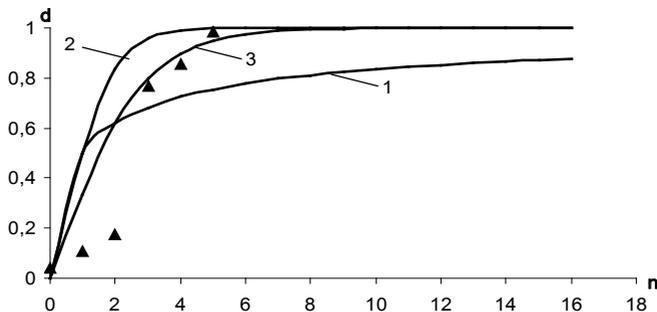
Рисунок 1 - Зависимость степени детерминации от уровня идеальной иерархической системы

Проведем энтропийно-информационный анализ качества технологических продуктов, а вместе с тем и технологических операций, приводящих к получению этих продуктов, по результатам технологических переделов производства никеля на предприятиях России (таблица 1). Содержание никеля в окисленных рудах по справочным данным [5] составляет 1,0-7,0% (в среднем 4,0%), а в концентратах 7-15% (в среднем 11%). Штейн содержит до 15-20% (в среднем 17,5%) никеля. Содержание никеля в фэйнштейне достигает до 76,0-78,0% (в среднем 77,0%). Закись никеля содержит 82,4-86,6% (в среднем 85,5%). В процессе восстановительной плавки показатели по содержанию никеля в продукте составляют 98,1-98,6% (в среднем 98,35%).

Данные получены в результате сопоставления расчетных данных по гармонизированной, дифференцированной и интегральной моделям с практическими данными по технологии производства никеля из окисленных руд на предприятиях России (таблица 2). Проиллюстрируем графически в координатах  $n, d$  (рисунок 2). В сравнении справочных данных по производству никеля с интегральной моделью выявляется корреляция  $d_{\Sigma}$  ( $R=0,80604, t_R=4,602016 > 2$ ).

**Таблица 2 - Обобщенное содержание никеля в продуктах из окисленных руд на предприятиях России**

| Передел                  | Уровень организации | Наименование  | Содержание, % | Среднее значение |        |
|--------------------------|---------------------|---------------|---------------|------------------|--------|
|                          |                     |               |               | %                | д.е.   |
| Добыча                   | 0                   | Руда          | 1,0-7,0       | 4,0              | 0,0400 |
| Обогащение               | 1                   | Концентрат    | 7,0-15,0      | 11,0             | 0,1100 |
| Плавка                   | 2                   | Штейн         | 15,0-20,0     | 17,5             | 0,1750 |
| Конвертирование          | 3                   | Файнштейн     | 76,0-78,0     | 77,0             | 0,7700 |
| Обжиг файнштейна         | 4                   | Закись никеля | 82,4-86,6     | 85,5             | 0,8550 |
| Восстановительная плавка | 5                   | Никель        | 98,1-98,6     | 98,35            | 0,9835 |



$n$  – номер уровня,  $d$  – детерминация: 1 – гармонизированная, 2 – уровневая, 3 – системная, точки – практические данные

Рисунок 2 - Детерминация идеальной и реальной систем по мере повышения уровня организации в никелевом производстве России (окисленные руды)

В России основу минерально-сырьевой базы никелевой промышленности образуют сульфидные медно-никелевые месторождения Норильского района: Норильск-1, Талнахское и Октябрьское. На их долю

приходится не менее 85% подтвержденных запасов никеля страны. Около 10% подтвержденных запасов никеля заключено в сульфидных месторождениях Мурманской области. Остальные 5% связаны с силикатными никелевыми рудами месторождений Южного Урала. Мировым лидером в производстве никеля и основным производителем его в России является предприятие «Норильский никель», которое добывает и выплавляет около 95% металла страны. Основным объектом разработки в последние годы являются богатые руды Норильского района, со средним содержанием никеля 3,12–3,65%. Содержание никеля в сульфидных рудах по справочным данным [5] составляет 0,3–2,5% (в среднем 1,4%), а в концентратах 4–22% (в среднем 13%). Штейн содержит до 16–26% (в среднем 21,0%) никеля. Содержание фанштейна в черновом металле достигает до 68,0–72,0% (в среднем 70,0%). Анодный никель содержит 88,4–92,0% (в среднем 90,2%). В процессе электролитического рафинирования показатели по содержанию никеля в катодах составляют 99,93–99,99% (в среднем 99,96%). Сопоставление расчетных данных по гармонизированной, дифференцированной и интегральной моделям с практическими данными по технологии производства никеля из сульфидных руд на предприятиях России (таблица 3). Проиллюстрируем графически в координатах  $n, d$  (рисунок 3.)

В результате сравнения справочных данных по производству никеля на предприятиях России с гармонизированной моделью выявляется корреляция ( $R=0,6752$ ,  $t_R=2,482 > 2$ ), предпочтительной оказывается зависимость ( $R=0,8339$ ,  $t_R=5,4743 > 2$ ) для  $d_{\Sigma n}$ .

**Таблица 3 - Обобщенное содержание никеля в продуктах из сульфидных руд на предприятиях России**

| Передел                         | Уровень организации | Наименование    | Содержание, % | Среднее значение |        |
|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------|------------------|--------|
|                                 |                     |                 |               | %                | д.е.   |
| Добыча                          | 0                   | Руда            | 0,3–2,5       | 1,4              | 0,0140 |
| Обогащение                      | 1                   | Концентрат      | 4,0–22,0      | 13,0             | 0,1300 |
| Плавка                          | 2                   | Штейн           | 16,0–26,0     | 21,0             | 0,2100 |
| Конвертирование                 | 3                   | Фанштейн        | 68,0–72,0     | 70,0             | 0,7000 |
| Огневое рафинирование           | 4                   | Анодный никель  | 88,4–92,0     | 90,2             | 0,9020 |
| Электролитическое рафинирование | 5                   | Катодный никель | 99,93–99,99   | 99,96            | 0,9996 |

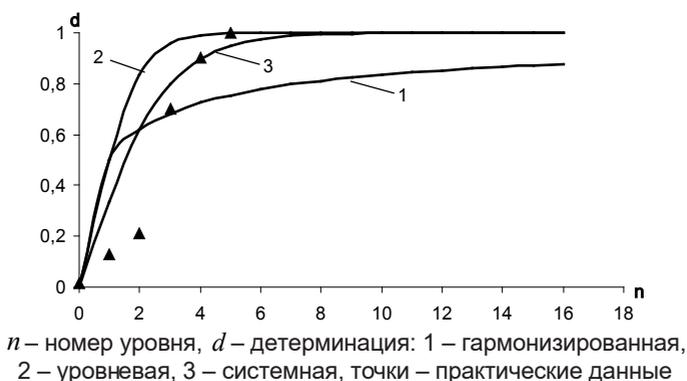


Рисунок 3 - Детерминация идеальной и реальной систем по мере повышения уровня организации в никелевом производстве России (сульфидные руды)

В Канаде все подтвержденные запасы никеля сосредоточены в сульфидных месторождениях, большая часть которых расположена в провинциях Онтарио и Манитоба [6]. Наиболее богатые по содержанию никеля руды содержат до 9% никеля, рядовые около 0,7–1,5%. Проведем энтропийно-информационный анализ качества технологических продуктов, а вместе с тем и технологических операций, приводящих к получению этих продуктов, по результатам технологических переделов производства никеля на предприятиях Канады (табл. 4,5). Содержание никеля в сульфидных рудах по справочным данным [5] составляет 0,75–1,5% (в среднем 2,25%), а в концентратах 5–24% (в среднем 14,5%). Штейн содержит до 24–30% (в среднем 27,0%) никеля. Содержание фанштейна в черновом металле достигает до 60,0–78,6% (в среднем 69,3%). Анодный никель содержит 90,4–96,0% (в среднем 93,2%). В процессе электролитического рафинирования показатели по содержанию никеля в катодах составляют 99,93–99,99% (в среднем 99,96%).

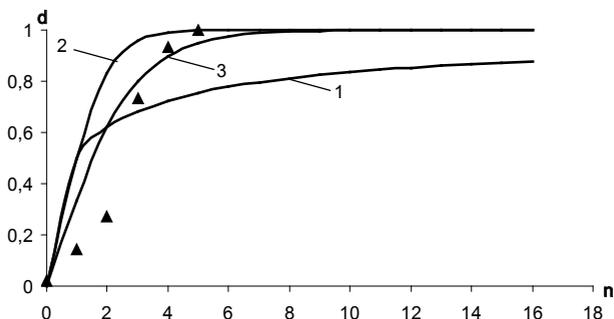
Результаты сопоставления расчетных данных по гармонизированной, дифференцированной и интегральной моделям с практическими данными по технологии производства никеля из сульфидных руд на предприятиях Канады (таблица 4) проиллюстрируем графически в координатах  $n, d$  в соответствии с рисунком 4. Таким образом, в сравнении справочных данных по производству никеля из сульфид-

ных руд на предприятиях Канады выявляется корреляция с гармонизированной моделью ( $R=0,712164$ ,  $t_R=2,890139 > 2$ ).

Более предпочтительной оказывается зависимость для интегральной модели  $\alpha_{\Sigma n}^d$  ( $R=0,87667$ ,  $t_R=7,575477 > 2$ ).

**Таблица 4 - Обобщенное содержание никеля в продуктах из сульфидных руд на предприятиях Канады**

| Передел                         | Уровень организации | Наименование    | Содержание, % | Среднее значение |        |
|---------------------------------|---------------------|-----------------|---------------|------------------|--------|
|                                 |                     |                 |               | %                | д.е.   |
| Добыча                          | 0                   | Руда            | 0,75-1,5      | 2,25             | 0,0225 |
| Обогащение                      | 1                   | Концентрат      | 5,0-24,0      | 14,5             | 0,1450 |
| Плавка                          | 2                   | Штейн           | 24,0-30,0     | 27,0             | 0,2700 |
| Конвертирование                 | 3                   | Файнштейн       | 68,0-78,6     | 73,3             | 0,6930 |
| Огневое рафинирование           | 4                   | Анодный никель  | 90,4-96,0     | 93,2             | 0,9320 |
| Электролитическое рафинирование | 5                   | Катодный никель | 99,93-99,99   | 99,96            | 0,9996 |



$n$  – номер уровня,  $d$  – детерминация: 1 – гармонизированная, 2 – уровневая, 3 – системная, точки – практические данные

Рисунок 4 - Детерминация идеальной и реальной систем по мере повышения уровня организации в никелевом производстве Канады (сульфидные руды)

Содержание никеля в окисленных рудах (таблица 4) по справочным данным [5] составляет 1,6-4,5% (в среднем 3,05%), а в концентратах 9-14% (в среднем 11,5%). Штейн содержит до 12-20% (в среднем 16,0%) никеля. Содержание никеля в файнштейне достигает до 78,0-79,5% (в среднем 78,75%). Закись никеля содержит 86,4-92,0% (в сред-

нем 89,2%). В процессе восстановительной плавки показатели по содержанию никеля в катодах составляют 98,1-98,6% (в среднем 98,35%).

Сопоставление расчетных данных (таблица 5) по предлагаемым гармонизированной, дифференцированной и интегральной моделям с практическими данными по технологии производства никеля из окисленных руд на предприятиях Канады проиллюстрируем графически в координатах  $n, d$  в соответствии с рисунком 5.

**Таблица 5 - Обобщенное содержание никеля в продуктах из окисленных руд на предприятиях Канады**

| Передел                  | Уровень организации | Наименование    | Содержание, % | Среднее значение |        |
|--------------------------|---------------------|-----------------|---------------|------------------|--------|
|                          |                     |                 |               | %                | д.е.   |
| Добыча                   | 0                   | Руда            | 1,6-4,5       | 3,05             | 0,0305 |
| Обогащение               | 1                   | Концентрат      | 9,0-14,0      | 11,5             | 0,1150 |
| Плавка                   | 2                   | Штейн           | 12,0-20,0     | 16,0             | 0,1600 |
| Конвертирование          | 3                   | Файнштейн       | 78,0-79,5     | 78,75            | 0,7875 |
| Окислительный обжиг      | 4                   | Анодный никель  | 86,4-92,0     | 89,2             | 0,8920 |
| Восстановительная плавка | 5                   | Катодный никель | 98,1-98,6     | 98,35            | 0,9835 |

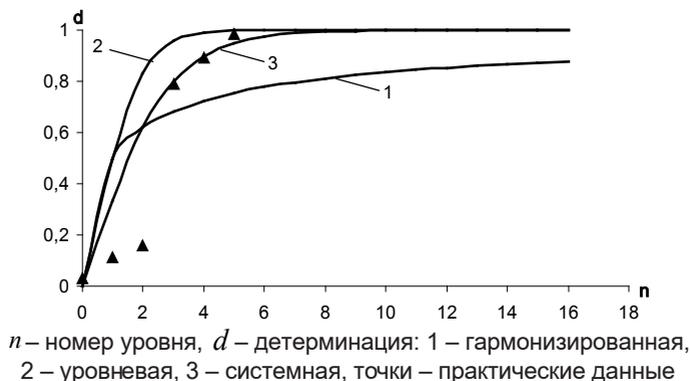


Рисунок 5 - Детерминация идеальной и реальной систем по мере повышения уровня организации в никелевом производстве Канады (окисленные руды)

По расчетам в сравнении справочных данных по производству никеля из окисленных руд на предприятиях Канады с предлагаемой моделью выявляется корреляция ( $R=0,811531$ ,  $t_R=4,753902 > 2$ )

для интегральной модели  $d_{\Sigma_n}$ , что также соответствует наиболее детальному учету как уровней, так и общесистемных особенностей детерминации системы, которые в первом приближении концентрированно выражаются в изменении содержания никеля в продукте по мере технологической организации его извлечения.

### **Выводы**

1. На основе анализа существующих энтропийно-информационных закономерностей, доказательства их математической корректности получены расчетные формулы для оценки технологической неопределенности и завершенности каждого передела и схемы в целом для производства никеля;

2. Установлена корреляционная зависимость идеальной иерархической структуры сложных систем со структурой технологических схем реальных металлургических производств никеля и дана сравнительная оценка технологической завершенности и совершенства металлургических процессов на примере производства цветных металлов;

3. В качестве основных инструментов комплексного энтропийно-информационного анализа различных металлургических процессов производства цветных металлов с целью их усовершенствования использован новый метод оценки комплексной неопределенности технологической схемы, позволяющий установить ее надежность на основе фундаментальных закономерностей теории информации. Полученные информационные формулы для расчета уровневой и комплексной неопределенности и завершенности технологических переделов и схем могут быть использованы не только в металлургической, но и в любой другой технологии.

### **Список литературы**

1. Шеннон К.Э. Математическая теория связи // Работы по теории информации и кибернетике. – М.: ИЛ, 1963. – С. 243-332.
2. S. Kazhikenova, V. P. Malyshev, A. Turdukozhaeva. A Qualitative and Quantitative Evaluation of the Technological Processes in the Metallurgy of Nonferrous Metals // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – Springer NY, 2009. - Vol. 50. -No. 4. – P. 335–337, [Electronic resource]: <http://link.springer.com/article/10.3103/S106782120904004X>
3. Хартли Р. Передача информации / Теория информации и ее приложения. – М.: ИЛ, 1959. – С. 5-35.

4. *Kazhikenova S.* Monitoring of Process Flow Diagrams in the Production of Ferrous Metals // Refractories and Industrial Ceramics. – SpringerLink, 2016. - Vol.57, № 4. – P. 360-363, [Electronic resource]: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11148-016-9984-8>

5. *Гудима Н.В., Шейн Я.П.* Краткий справочник по металлургии цветных металлов. – М.: Металлургия, 1975. – 536 с.

6. *Афанасьев Л.И.* Обзор минеральных ресурсов стран капиталистического мира. Всесоюзный геологический фонд. – М.: Геолиздат, 1972. – 375с.

**Кажикенова С.Ш.**, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: sauleshka555@mail.ru

**Бекмагамбетова Э.К.**, магистр политических наук, преподаватель КарГТУ,  
e-mail: eisma\_87@mail.ru

С.А. Машеков<sup>1</sup>, Хенрик Дийя<sup>2</sup>, Р.Е. Уразбаева<sup>3</sup>, Э. А. Тусупкалиева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет  
им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Ченстоховский технологический университет, г. Ченстохова, Польша

<sup>3</sup>Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова,  
г. Бишкек, Кыргызстан

---

## ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДЕФОРМАЦИИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ, ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУР И НАРУШЕНИЕ СПЛОШНОСТИ МАТЕРИАЛА ЛАТУНИ Л63

---

**Аннотация.** В статье рассматриваются влияние таких видов деформации как растяжение, кручение, растягивающие кручения и др., возникающие в различных видах прокатки, на сопротивление деформации, формирование структур и предельную пластичность латуни Л63. Исследование проводилось на торсионном пластометре STD 812. Показано, что существенное влияние на кривые сопротивления деформации оказывает вид прилагаемой нагрузки. При приложении растягивающих деформаций происходит локализация деформации в шейках очага деформации по сравнению с кручением и скручивающим растяжением. Установлено, что деформирование образцов растяжением, кручением и растягивающим кручением приводит к формированию в латуни Л63 сравнительно мелкозернистой структуры. При этом, образцы, деформированные скручивающим растяжением имеют более мелкозернистую структуру по сравнению с образцами, деформированными растяжением и кручением. Латунь Л63 имеет максимальное значение пластичности в диапазоне температур 700-900°С.

**Ключевые слова:** растяжение, кручение, растягивающее кручение, латунь Л63, возврат, полигонизация, рекристаллизация, сопротивление деформации, предельная пластичность.

• • •

**Түйіндеме.** Мақалада илемдеу процесінің әр түрлі тәсілдерін қолданған кезде деформация ошағында тарту, бұралу, бұрап тарту сияқты деформация түрлері пайда болатындығы айтылған. Зерттеу STD 812 пластометрінде

жүргізілді. Пластометрде жүргізілген тәжірибелер, түсірілген жүктеменің түрі деформация кедергісінің қисық сызығына елеулі әсерін тигізетіндігін көрсетті. Дайындамаға бұрау, тартумен бұрау сияқты жүктемені түсірумен салыстырғанда, тартатын деформацияны түсіретін болса, онда деформация ошағының мойнағында деформация қатты шоғырлатындағы айтылған. Мыс қорытпаларынан жасалған дайындамаларды тарту, бұрау, бұрап тарту сияқты деформация түрлерімен деформациялағанда, оларда салыстырмалы ұсақтүйіршікті құрылым қалыптасатындығы анықталған. Осы кезде, тарту және бұрау сияқты деформация түрлерімен деформацияланған үлгілермен салыстырғанда, тартатын бұраумен деформацияланған үлгілерде тым ұсақтүйіршікті құрылым құрылатындығы белгілі болды. Л63 жезі 700-900°C температура аралықтарында максималды илемділікке иемденетіндігі анықталды.

**Түйінді сөздер:** тарту, бұрау, тартып бұрау, Л63 жезі, қайту, полигонизация, рекристаллизация, деформация кедергісі, шекті илемділік.

• • •

**Abstract:** The influence of such types of deformation as tension, torsion, tensile torsions, etc. arising in various types of rolling, on the resistance of deformation, the formation of structures and the ultimate plasticity of brass L63 are considered in the article. The STD 812 torsion barometer was used for these investigation. It is shown that the applied load exerts a significant influence on the deformation resistance curves. When tensile deformations are applied, deformation is localized in the necks of the deformation center in comparison with torsion and twisting tension. It is established that deformation of samples by stretching, torsion and tensile torsion leads to the formation of a relatively fine-grained structure in brass of L63. In this case, the specimens deformed by twisting stretching have a finer-grained structure compared to samples deformed by stretching and torsion. Brass L 63 has the maximum plasticity in the range of 700-900°C.

**Keywords:** tension, torsion, tensile torsion, brass L63, return, polygonization, recrystallization, deformation resistance, ultimate plasticity.

**Введение.** При больших пластических деформациях процессу разрушения предшествует накопление поврежденности, сопровождающееся пластическим разрыхлением металла [1,2]. Общим для выделяемых в настоящее время дислокационного и вакансионного механизма накопления поврежденности является тот факт, что зарождению микро- и субмикротрещин предшествует пластическая деформация. Известно несколько дислокационных механизмов образования субмикротрещин. Каждый из этих механизмов развивается

при наличии движения дислокаций, т.е. пластических деформаций, и зависит от типа кристаллической решетки, возможностей для движения дислокаций в пересекающихся плоскостях, наличия дислокационных сеток и дислокационных скоплений, границ двойников, субзерен, межзеренных границ и т.п. В процессе дальнейшей пластической деформации, субмикротрещины могут развиваться и превращаться в стабильную микропору. Причиной образования микропор являются также включения и твердые частицы второй фазы. Таким образом, накопление поврежденности металла начинается с первых актов пластической деформации. Многочисленными экспериментами установлено, что поврежденность металла при пластической деформации увеличивается с ростом накопленной деформации  $\Lambda$ , зависит от условий и характера деформирования. С развитием пластических деформаций, отдельные субмикротрещины и субмикропоры объединяются с образованием микротрещин и микропор, их слияние приводит к образованию макропор и магистральных макротрещин, по которым происходит макроразрушение металла. Макроразрушению способствуют также микро- и макропоры, микро- и макротрещины, пустоты, неметаллические включения и магистральные трещины, всегда присутствующие в реальном металле еще до деформации и имеющие случайный характер распределения. Существенное влияние на разрушение оказывает также характер деформирования, агрессивное воздействие внешней среды, габариты металлических изделий. В связи с этим предельная, до разрушения, степень деформации сильно изменяется не только для определенной марки сплава, но существенно различается для металла одной и той же плавки и даже одного и того же слитка. Эксперименты показывают большой разброс значений предельной до разрушения степени деформации:

$$\Lambda_p = \int_0^{t_p} H(t) dt, \quad (1)$$

где  $t_p$  – момент разрушения [3];

$H$  – интенсивность скоростей деформации сдвига.

Из анализа простейших дислокационных моделей образования и развития трещин разрушения следует, что развитие трещин зависит [3,4] от длины скопления дислокаций, обусловленной предшествующей деформацией, модуля упругости, первоначальной длины субми-

кротрещины, величины касательных напряжений в плоскости скольжения, а также поля напряжений и внешних нагрузок, которое может быть однозначно охарактеризовано двумя величинами  $k_\xi$  и  $\nu$ . Известно также, что наличие растягивающих напряжений приводит к развитию трещин, а гидростатическое давление подавляет процесс зарождения и распространения трещины, способствуя «залечиванию» дефектов. Этому способствует также снижение скорости деформации и понижение температуры. Таким образом, можно утверждать, что  $\Lambda_p$  и модуль пластического разрыхления  $a$  являются сложными функциями термомеханических параметров процесса пластической деформации:

$$\begin{aligned} \Lambda_p &= \Lambda_p(k_\xi, \nu, H, T_H, \dots) \\ a &= a(k_\xi, \nu, H, T_H, \dots) \end{aligned} \quad (2)$$

общий вид которых в феноменологической теории разрушения – А.А. Богатова определяется экспериментально [5]. Для линейной модели пластического разрыхления при  $a=1$  следует критерий разрушения В.Л. Колмогорова [4]:

$$\Psi = \int_0^t \frac{H(\tau)d\tau}{\Lambda_p[k_\xi(\tau)]} \quad (3)$$

Вследствие большой простоты для инженерных расчетов, предпочтению отдают критерию (3), имея в виду, что в большинстве случаев важно не только знать абсолютное  $\Psi$ , сколько тенденции его изменения в зависимости от технологических режимов деформации, с целью поиска более рациональных (или оптимальных по дефектообразованию) режимов.

Таким образом, для расчета опасности разрушения (или СИРП) необходимо иметь следующие данные [1]:

- 1) поля скоростей деформаций  $\xi_{ij}$  в деформируемом объеме;
- 2) диаграммы Т-Н- $\Lambda$ - $T_H$ , необходимые для определения напряжений по известной кинематике процесса;
- 3) поля напряжения  $\sigma_{ij}$ , поля коэффициента жесткости схемы напряженного состояния  $K_\xi$ , коэффициента  $\nu$  - вида деформированного состояния;
- 4) кривые предельной пластичности  $\Lambda_p - k_\xi - \nu - T_H - H$ , при этом критерием бездефектного деформирования является условие  $\Psi \leq 1$ .

В работе ставилась цель: исследовать влияние механической схемы деформации на сопротивление деформации, формирование

структур, нарушение сплошности материала заготовки и построить диаграмму предельной пластичности для латуни Л63.

**Оборудование, материалы и методика исследования.**

Для исследования зависимости сопротивления деформации и предельной пластичности соответственно от степени и коэффициента жесткости схемы напряженного состояния в температурно-скоростных условиях, характерных для основных процессов прокатки металлов и сплавов, выбран метод пластометрических испытаний на растяжение, кручение, растягивающее кручение и сжатие цилиндрических образцов сплошного сечения. Выбранный метод позволяет определить текущие значения сопротивления деформации и предельной пластичности в условиях постоянства скорости деформации и температуры испытания.

Пластометрические исследования проводили с использованием торсионного пластометра STD 812 [6]. Данный пластометр позволяет испытывать образцы при температурах до 1500°С со скоростью нагрева и охлаждения до 100 К/сек, при скоростях деформации до 50 с<sup>-1</sup> при кручении и до 1,0 с<sup>-1</sup> при растяжении и сжатии. В процессе испытания реализуется непрерывное или дробное кручение с заданной степенью и скоростью деформации на каждом проходе. Пластометр оснащен блоком управления и компьютерной программой, которые позволяют автоматически выдавать кривые сопротивления деформации металлов и сплавов при этом без затруднений определяют начальные, промежуточные и конечные геометрические параметры образцов.

Нагрев осуществляется в электропечи или индукторе, среда нагрева и испытания – воздух, аргон, вакуум (10<sup>-4</sup> МПа). Температура образца до испытания, во время и после испытания задаются по любому реальному закону, как функция от времени. Предусмотрена закалка образца в воде, в том числе и мгновенная.

Скручивающий пластометр позволяет определять характеристики пластичности материалов с учетом изменения температуры и скорости деформации, неравномерности деформации по длине и сечению образца. Благодаря этому является возможным проведение обобщенной процедуры определения пластических характеристик при кручении в повышенных температурах.

В качестве материала заготовки была выбрана латунь Л63. Для изготовления образцов с крупнозернистой структурой исходную прутковую заготовку диаметром 10 мм отжигали при температуре 900°С в течение 1 ч.

Из отожжённых прутков изготовили образцы для испытаний на кручение, растяжение, растягивающее кручение и сжатие. При кручении и растяжения использовали цилиндрические образцы диаметром  $D = 8$  и с базовой длиной  $L = 20$  мм, а для сжатия -  $\text{Ø}10,0 \times 15,0$  мм. Для измерения и контролирования изменений температуры применяли термопару типа К. Термопара типа К сваривался на боковую поверхность образцов. Испытания проводились в вакууме и постоянной скорости деформации. Образцы в индукционном нагревателе нагревали до температур 500, 700, 900°C при постоянной скорости 5°C/с, выдерживали при этой температуре в течение 10 с и деформировали кручением, растяжением, скручивающим растяжением и сжатием со скоростью деформации 1,0 с<sup>-1</sup>. После деформации образцы охлаждали со скоростью 20°/с.

Для определения степени деформации сдвига до разрушения при торсионных испытаниях на кручение использовали следующие уравнения [6]:

$$\Lambda_{\delta} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot N}{\sqrt{3} \cdot L}; \quad (4)$$

где  $R$  – радиус образца;

$L$  – длина образца;

$N$  – количество скручиваний (оборотов) образца.

При кручении цилиндрических образцов показатель напряженного состояния можно определить по формуле [1]:

$$k_{\text{жс}} = \frac{\sigma}{T} = -\frac{P}{0,58\sigma_s}. \quad (5)$$

В некоторых работах [1] среднее значение показателя напряженного состояния для кручения принимается равным нулю, т.е.  $(k_{\text{жс}})_{\text{ср}} = 0$ .

При растяжении цилиндрических образцов с выточкой происходит изменение параметров шейки. Разрушение наступает на оси образца в зоне шейки, где схема напряженного состояния близка к схеме всестороннего растяжения. Средний за процесс деформирования показатель напряженного состояния рассчитывается по формуле [1]:

$$k_{\text{жс}} = \left( \frac{\sigma}{T} \right)_{\text{ср}} \approx 0,72 + \frac{\sqrt{3}}{2} \ln \left[ 1 + \frac{3}{4} \left( \frac{d_0}{R_0} \right) \right], \quad (6)$$

где  $d_0$  и  $R_0$  - величины, характеризующие размеры шейки образцов.

Накопленная степень деформации сдвига  $\Lambda_p$ , соответствующая моменту разрушения образца, определяется по формуле [1]:

$$\Lambda_p = 2\sqrt{3} \ln \frac{d_0}{d_h}, \quad (7)$$

Из работы [1] известно, что величина  $\Lambda_p$  при растягивающем кручении определяется путем суммирования предельной степени деформации сдвига кручения  $\Lambda_{p,к}$  и растяжения  $\Lambda_{p,в}$ . Согласно работы [7], предельную степень деформации сдвига для кручения  $\Lambda_{p,к}$  и растяжения  $\Lambda_{p,в}$  можно определить по формуле:

$$\Lambda_{p,к} = \gamma = \frac{\pi \cdot d_o \cdot n}{l_o}; \quad \Lambda_{p,в} = \ln(d_o / d_k)^2, \quad (8)$$

где  $n$  – числу оборотов активного захвата до разрушения образца;  
 $l_o$  и  $d_o$  – начальная и конечная длина и диаметр образца;  
 $d_k$  – конечный диаметр заготовки.

По нашему мнению, при растягивающем кручении цилиндрических образцов показатель напряженного состояния можно определить как сумма величин, рассчитанных по формуле (5) и (6).

Следует отметить, что образцы из латуни Л63 не разрушались при сжатии. Поэтому при построении кривой предельной пластичности использовали уравнение из работы [8]:

$$\Lambda_{p,oc} = \frac{\Lambda_{p,к}}{1 + k_{жс}} \exp(-k_{жс}). \quad (9)$$

Для оценки влияние кручения, растяжения и растягивающего кручения на структуру материала провели металлографические исследования. Шлифы для металлографического исследования готовили по традиционной методике на шлифовальных и полировочных кругах.

Металлографический анализ провели, используя универсальный микроскоп NEOPHOT 32 (Karl Zeiss, Jena) (Германия). Микроскоп Neophot 32 предназначается для металлографической микроскопии и создания фотоснимков. Наблюдение может производиться методом светлого и темного поля, в поляризованном свете, с изменением кратностей увеличения. Увеличение микроскопа, крат: от 10 до 2000. Микроскоп оснащен цифровым зеркальным фотоаппа-

ратом Olympus с выводом полученного изображения и сохранения снимков на компьютер.

### **Результаты и их обсуждение.**

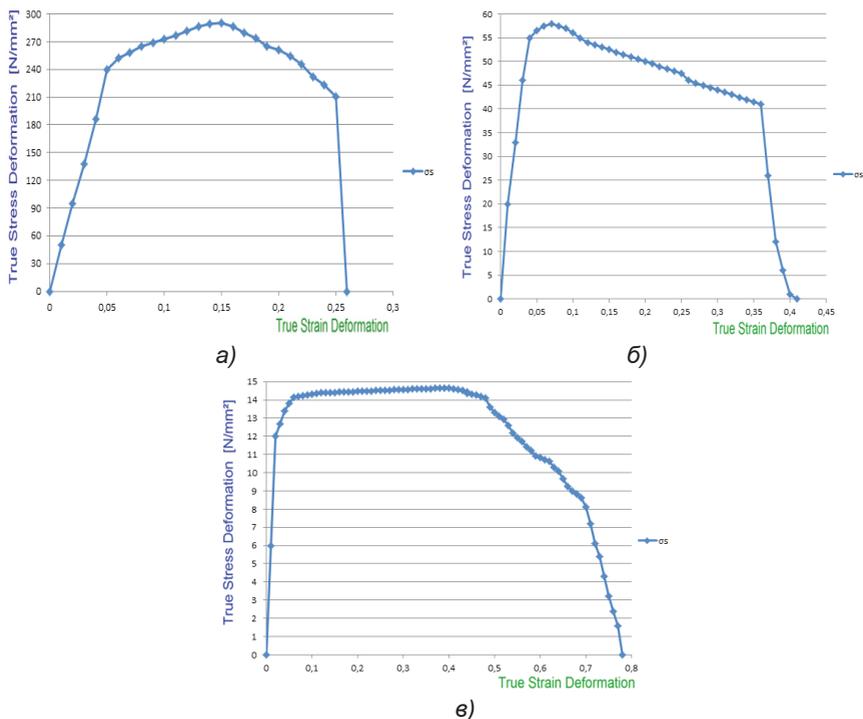
Приведены графики сопротивления деформации латуни Л63 при температурах 500, 700 и 900°C, полученных при растяжении, кручении и растягивающем кручении образцов (рисунки 1-3).

Из графиков видно, что в начальном этапе испытания напряжение течения  $\sigma_s$  при всех исследованных температурах интенсивно возрастает, однако с увеличением истинной деформаций  $\bar{\epsilon}$  кривые сопротивления деформации все более заметно приобретают параболическую форму. На основе этих данных можно отметить, что в начальной стадии деформации латунь Л63 упрочняется, а последующих стадиях деформации в структуре металла активно развиваются разупрочняющие процессы.

Растяжение образцов из латуни Л63 при температуре 500°C (рисунок 1а) приводит к существенному повышению напряжения течения на раннем стадий испытании и сильному уменьшению напряжения в финишных стадиях деформации. Такое изменение кривых сопротивления деформации показывает о прохождении в структуре металла разупрочняющих процессов по механизму динамического возврата, полигонизации и сосредоточения деформации в конце испытания в среднем участке длины образца [9]. Наклеп и последующий динамический возврат проходит в структуре образца, относящейся к восходящей части кривой сопротивления деформации. Такое структурное изменение протекает при непрерывном изменении напряжений течения. Следует отметить, что полигонизованная структура формируется при достижении напряжений течения своего максимального значения (рисунок 1 а,). Однако, на этом этапе в структуре металла протекающий полигонизационный процесс является нестабильным. Из-за прохождения нестабильной полигонизации, в металле будет образовываться разнотернистая структура [9].

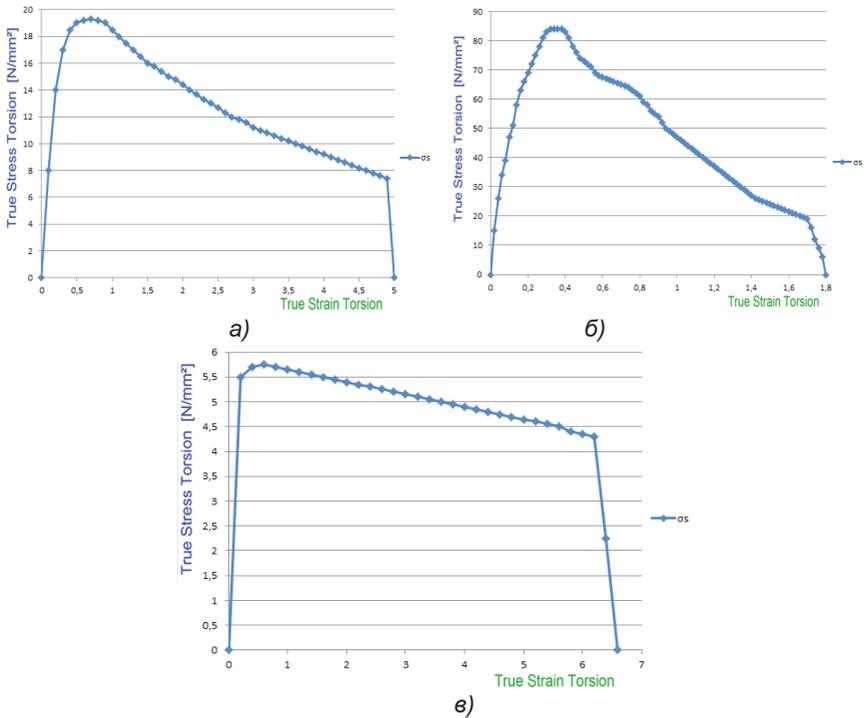
Деформирование образцов из латуни Л63 кручением и растягивающим кручением при температуре 500°C (рисунки 2а, 3а) приводит к формированию на кривых сопротивления деформации зон со стабильными течениями ( $\sigma_s = \sigma_{уст}$ ). Наличие таких зон подтверждает про-

хождение динамической полигонизации при условии  $d\sigma_s/d\bar{\epsilon} = 0$  [9]. При испытаниях кручением и растягивающим кручением в металле образцов завершается переход от нестабильной стадии к стабильной динамической полигонизации. Поэтому в металле образцов будет образовываться стабильная структура с хорошим значением физико-механических свойств. При этом получение субзерен одинакового размера будет обеспечиваться за счет процесса реполигонизации.



а –  $500^{\circ}\text{C}$ ; б –  $700^{\circ}\text{C}$ ; в –  $900^{\circ}\text{C}$

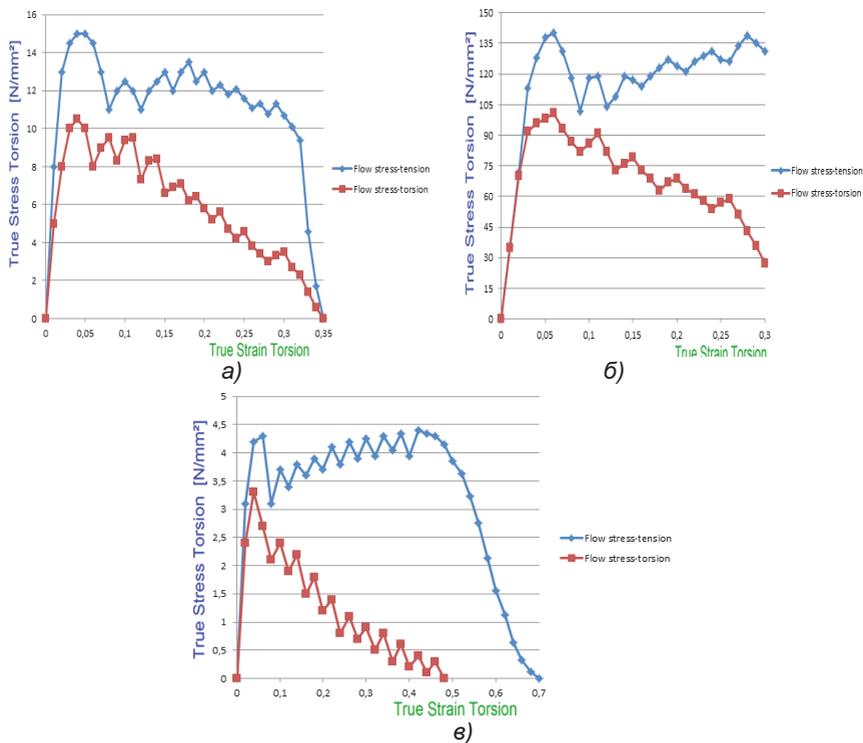
Рисунок 1 - Влияние растяжений на изменение сопротивление деформации латуни Л63



а – 500°C; б – 700°C; в – 900°C

Рисунок 2 - Влияние кручений на изменение сопротивление деформации латуни Л63

Испытание образцов из латуни Л63 растяжением при температуре 700°C привело к возникновению на кривой сопротивления деформации резко видимого максимума при малой величине  $\bar{\epsilon}$  и сильному уменьшению напряжений течения при возрастании истинной деформации (рисунок 1б). Причиной такого сильного уменьшения напряжений течений, видимо является сосредоточение деформации в середине длины испытываемого образца и прохождение в структуре металле динамической полигонизации в области небольших деформаций.



а – 500°С; б – 700°С; в – 900°С

Рисунок 3 - Влияние растягивающего кручения на изменение сопротивление деформации латуни Л63

Кручение и растягивающее кручение образцов из латуни Л63 при температуре 700°С привело также к возникновению определенно видных максимумов на кривых сопротивления деформации (риски 2б, 3б). При этом происходит медленное снижение напряжения течения с ростом истинной деформации  $\bar{\epsilon}$ . По наличию определенно видного максимума на кривых сопротивлении деформации и медленно уменьшающегося напряжения течения можно сделать предположение, что в структуре металла из латуни Л63 протекает процесс динамической полигонизации и рекристаллизации [9]. При этом критическая плотность

дислокаций формируется в металле. Данная величина соответствует критической степени деформации  $\varepsilon_{кр}$ . Величина  $\varepsilon_{кр}$  обычно равняется 0,8–0,9 от величины  $\varepsilon_x$ . Необходимо отметить, что значение  $\varepsilon_x$  определяет истинную деформацию, когда период деформации ( $d\sigma_s/d\bar{\varepsilon} > 0$ ) переходит в период деформации ( $d\sigma_s/d\bar{\varepsilon} < 0$ ), т.е. когда процессы разупрочнения интенсивно развиваются, и доминируют над упрочняющим процессом. Чем ниже значение имеет величина  $\varepsilon_x$  при данной скорости деформации, тем сильнее металл разупрочняется.

Таким образом, при испытании образцов кручением и растягивающим кручением при температуре 700°C на кривых сопротивления деформации появляются определенно видные максимумы значения  $\sigma_s$ . Дугообразная форма кривых сопротивления деформации (рисунки 2б, 3б) подтверждает, что с увеличением истинной деформации процессы динамического разупрочнения играют большую роль благодаря существенному повышению скорости диффузионных процессов в диапазоне температур 680–700°C. В исследуемом случае вид кривых сопротивления деформации определяется, с одной стороны, динамическим возвратом (полигонизацией), с другой стороны, процессом динамической рекристаллизации.

При последнеописанных типах приложении нагрузки дислокационная структура латуни Л63 определяется величинами зерен и субзерен. Размеры этих зерен и субзерен значительно изменяются с увеличением  $\bar{\varepsilon}$ , что дает возможность получать мелкие зерна имеющую стабильную структуру при больших степенях деформаций. Испытание кручением или растягивающим кручением в этом температурном интервале (680–700°C) позволяет динамическим разупрочнением преобладать над процессом горячего наклепа и кривые сопротивления деформации, получаются с небольшим коэффициентом деформационного упрочнения ( $d\sigma_s/d\bar{\varepsilon} \geq 0$ ).

В результате изучения кривых сопротивления деформации обнаружено, что во всех видах приложения нагрузки существенное влияние на вид кривых в течении процессов динамического разупрочнения оказывает увеличение температуры деформации до 900°C. С повышением температуры испытания максимум кривых сопротивления деформации все заметно смещается в область меньших значений истинной деформации. Ранний участок кривых сопротивления деформации в основном определяется процессом деформационного упрочнения

неодинаковой интенсивности, увеличивается плотность дислокаций, формируется их нерулярные сплетения, а в последующем ячеистая структура горячего наклепа [9]. С возрастанием истинной деформации в структуре латуни Л63 все более заметно выявляются прохождение процессов динамического разупрочнения, развиваются процессы переползания дислокаций и накопление требуемого количества точечных дефектов. В структуре металла формируются субзерна неодинаковых типов, и структура упрочненного металла последовательно заменяется полигонизованной и рекристаллизованной. Существенно увеличивается доля круглых субзерен и зерен. Данные субзерна и зерна образуются путем «переползания» первичных субзерен субграницами другой системы, улучшением ячеистой структуры латуни Л63, а также прохождением в структуре металла первичной рекристаллизации.

Итак, вид и уровень кривых течения зависит от взаимодействия процессов деформационного упрочнения и динамического разупрочнения, который параллельно проходят в структуре металле при высоких температурах [9]. Начальная зона кривых сопротивления деформации характеризуется деформационным упрочнением различной величины. После скольжения по различным плоскостям на кривых течения обнаруживается параболический участок с уменьшением коэффициента упрочнения. С повышением истинной деформации участок параболического упрочнения преобразуется либо в участок стабильного течения или в участок с меньшим значением напряжения течения, где скорость процессов динамического разупрочнения доминирует над скоростью процесса деформационного упрочнения.

Исследование исходной структуры латуни Л63 показало, что в структуре образца имеются сравнительно крупные зерна со средним размером ~297 мкм. Зерна распределены достаточно равномерно.

Растяжение, кручение и растяжение с кручением образцов в температурном интервале 500-900°C привело к существенному уменьшению размеров зёрен по сравнению с зёрнами исходной структуры. В частности мелкозернистую структуру имели образцы испытанные растяжением и кручением. Средний размер зерен образцов деформированных растяжением равнялся 104, 69 и 95 мкм при температурах соответственно 500, 700 и 900°C. Следует отметить, что образцы, испытанные кручением, имели сравнительно мелкозернистую структуру с размером 78, 43, 57 мкм при температурах соответственно

500, 700 и 900°C. Аналогичные выводы можно сделать по структуре образцов, испытанных растягивающим кручением. Микроструктура образцов деформированных этим видом приложение нагрузок имела небольшие зерна с размером 56, 32, 39 мкм при температурах соответственно 500, 700 и 900°C.

Анализируя структуру и кривые течения металла можно сделать заключение, что структура латуни Л63 изменяется и при этом происходит:

- создание вытянутых зерен с частично зазубренными границами и динамическим возвратом образования субструктуры ( $\bar{\epsilon} < \epsilon_x$ );
- прекращение формирования субструктуры динамической полигонизации и возникновение мелких зерен на границе первичных зерен ( $\bar{\epsilon} = \epsilon_x$ );
- увеличение количества рекристаллизованных зерен в субструктуре динамической полигонизации ( $\bar{\epsilon} > \epsilon_x$ );
- с сохранением субструктуры динамической полигонизации создание рекристаллизованных зерен в значительном объеме заготовки ( $\sigma_s \leq \sigma_{уст}$ ).

На пластометре STD 812 выполненные эксперименты позволили на графиках найти начальные, промежуточные и конечные размеры образцов и определить по формуле (4), (7) и (8) предельную степень деформации сдвига, а по формуле (5) и (6) коэффициент жесткости схемы напряженного состояния.

Данным исследованием установлено, что латунь Л63 характеризуется достаточно высоким уровнем предельной пластичности и имеет широкий диапазон удовлетворительной деформируемости. С ростом температуры испытания наблюдается повышение значения предельной пластичности при рассмотренной скорости деформации (рисунок 4).

При температурах выше 500°C увеличение истинной деформации существенно уменьшает деформационное упрочнение, что приводит к значительному увеличению пластичности латуни Л63. Если при 500 °C значение предельной пластичности  $\Lambda_p$  изменяется в интервале 2,2–7,3, то в интервале от 700 до 900°C величина показателя  $\Lambda_p$  достигает значений от 4,1 до 14,6 (рисунок 4). Следовательно, пластическая деформация латуни Л63 в температурном интервале от 700 до 900°C является наиболее рациональным. Свяzano это с тем, в этом температурном диапазоне в латуни Л63 интенсивно про-

ходят динамическая полигонизация и рекристаллизация, стабилизирующий структурное состояние данного металла.

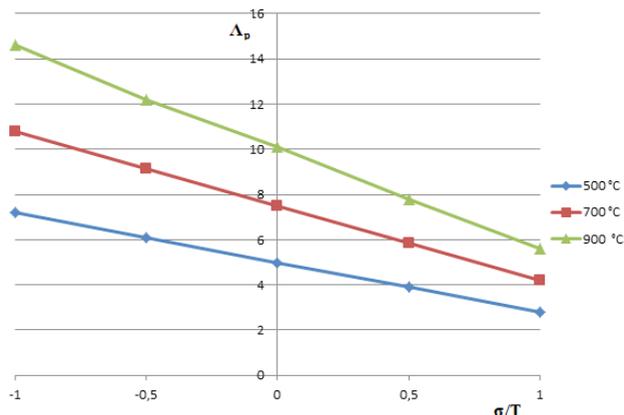


Рисунок 4 - Кривые предельной пластичности латуни Л63

Известно, что горячая деформация медных сплавов может привести к нарушению сплошности металла заготовки [10]. В настоящее время для объяснения снижения пластичности используют две общепринятые гипотезы: снижение пластичности металла водородом и формирование на границах зерен частиц второй фазы. Однако по некоторым экспериментальным данным трудно объяснить вышеотмеченные гипотезы. По мнению авторов [11], присутствие упорядоченной  $\beta'$  – фазы в двухфазных латунях может привести к их хрупкости. В медных сплавах имеющих труднорастворимые примеси могут создаваться легкоплавкие эвтектики, которые содействуют созреванию пережога, приводящего к хрупкому разрушению.

При повышении температуры деформации медных сплавов изменяется количество  $\alpha$ -фазы и содержание в ней Zn [11]. Наибольшую растворимость Zn в  $\alpha$ -фазе имеет при температурах близкой 450°C. Многие исследования, посвященные изменению количества  $\alpha$ -фазы в зависимости от температуры деформации и изменению предельной растворимости Zn в  $\alpha$ -твердом растворе свидетельствует о том, что в температурном интервале 400–500°C, где латунь имеет пониженную величину пластичности, протекает массоперенос легирующих элементов и примесей сплава.

Поверхность разрушения образцов из латуни Л63 изучали по фотографиям излома на растровом микроскопе. При этом определяли критерий  $K_{\beta'}$ , который позволяет определить влияние  $\beta'$ -упорядочной фазы на процесс разрушения. После разрушения образцов при температурах деформирования определяли критерий  $K_{\beta'}$  по формуле:

$$K_{\beta'} = \frac{V_{\beta(\text{излом})}}{V_{\beta(\text{шлиф})}},$$

где  $V_{\beta(\text{излом})}$  – доля участков хрупкого разрушения на изломе (оценивали методом эталонных сеток);

$V_{\beta(\text{шлиф})}$  – доля  $\beta'$  – фазы на шлифе (оценивали методом Розиваля).

Известно, что если  $K_{\beta'} > 1$ , то  $\beta'$  – фаза является основной причиной снижения пластичности латуни Л63, а если  $K_{\beta'} \leq 1$  то  $\beta'$  – фаза не оказывает существенное влияние на процесс нарушения сплошности материала. В связи с тем, что при температурах 500–900°C величина  $K_{\beta'}$  не была больше единицы, считаем, что упорядоченная  $\beta'$  – фаза не оказывает значительного влияния на охрупчивание двухфазной латуни.

Исследованиями выявлено, что при температуре деформации 500°C на поверхности разрушения латуни Л63 образуется области межзеренного излома. Установлено, что средний размер зерен на поверхности разрушения и на поверхности шлифа по величине равняются при одинаковых температурах испытания.

На основе литературных данных [10,11] можно считать, что вероятной причиной уменьшения величины пластичности латуни Л63 при температуре испытания 500°C является необыкновенность передачи скольжения в конгломерате двух фаз с сильно отличающимися строением и свойствами. Причиной снижения пластичности также может быть сложность поперечного скольжения в больше всего пластичной  $\alpha$ -фазе из-за большого количества дефектов упаковки. На отличительную черту пластической деформации латуни Л63 влияют процессы динамической полигонизации и рекристаллизации  $\alpha$ -фазы. Влияние данных процессов было установлено с помощью пластометрического и микроскопического анализа.

**Выводы.** Исследование влияния различных видов деформации на сопротивление деформации и микроструктуру латуни Л63 приводят к формулировке следующих результатов:

– пластометрические испытания показали, что существенное влияние на кривые сопротивления деформации оказывает вид прилагаемой нагрузки. При приложении растягивающих деформаций происходит локализация деформации в шейках очага деформации по сравнению с кручением и скручивающим растяжением;

– при приложении на образец скручивающего растяжения формируется сравнительно мелкозернистая структура по сравнению с приложением на образец растягивающей или скручивающей нагрузки;

– латунь Л63 имеет максимальное значение пластичности в диапазоне температур 700-900°C.

### Список литературы

1. *Машеков С.А., Смаилова Н.Т., Машекова А.С. и др.* Проблемыковки титановых сплавов и их решения. Монография.- LAP LAMBERT: Academic Publishing, 2013.- Ч.1.- 230с.

2. *Машеков С.А., Смаилова Н.Т., Машекова А.С.* Проблемыковки титановых сплавов и их решения. Монография.-LAP LAMBERT: Academic Publishing, 2013.- Ч.2.- 251с.

3. *Воронцов В.К., Полухин П.И., Беливитин В.А., Бринза В.В.* Экспериментальные методы механики деформируемых твердых тел (технологические задачи обработки давлением) // М.:Металлургия, 1990.- 480с.

4. *Колмогоров В.Л., Богатов А.А., Мигачев Б.А. и др.* Пластичность и разрушение// М.: Metallurgiya, 1977.- 336с.

5. *Богатов А.А., Мижирицкий О.И., Смирнов С.В.* Ресурс пластичности металлов при обработке давлением. - М.: Metallurgiya, 1984.- 144с.

6. *Grosman F., Hadasik E.:* Technologiczna plastycznosc metali. Badania plastometryczne, Wydawnictwo Politechniki Slaskiej.- Gliwice.- 2005.- P.11-12.

7. *Харитонов В.А., Полякова М.А., Усанов М.Ю.* Радиально-сдвиговая протяжка как эффективный способ повышения качества круглой проволоки.//Труды научн.-технич. конф. «Проблемы и перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР».- Екатеринбург: УрО РАН, 2011. - Т. 2. - С.521-532.

8. *Дель Г.Д.* Технологическая механика.- М.: Машиностроение, 1978. – 174 с.

9. Бернштейн М.Л., Добаткин С.В., Капуткина Л.М., Прокошкин С.Д. Диаграммы горячей деформации, структура и свойства стали.- М.: Металлургия, 1989. – 544 с.

10. Меркулова Г.А. Металловедение и термическая обработка цветных сплавов/Красноярск, Сибирский федеральный университет, 2007. - 262 с.

11. Зиновьев А.В., Часников А.Я., Потапов П.В. Физико-механические свойства и пластическая деформация меди и ее сплавов.-М.:ИРИАС, 2009. - 258 с.

**Машеков С.А.**, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: mashekov.1957@mail.ru

**Хенрик Дийя**, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: dyja.henryk@wip.pcz.pl

**Уразбаева Р. Е.**, аспирант, e-mail: raushjan@mail.ru

**Тусупкалиева Э.А.**, докторант, e-mail: elatus78@mail.ru

# МАШИНОСТРОЕНИЕ

---

---

МРНТИ 55.42.27

*А.М. Биниязов<sup>1</sup>, А.С. Денисов<sup>1</sup>, В.П. Захаров<sup>2</sup>,  
Л.Х. Сарсенбаева<sup>2</sup>, А.Б. Бралиев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Саратовский государственный технический университет  
им. Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

<sup>2</sup>Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,  
г. Уральск, Казахстан

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФОРСИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЁМОМ МАСЛА В СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЕ

---

---

**Аннотация.** Надёжность работы двигателей зависит от минимизации трения между сопряженными деталями и отводом избыточного тепла от наиболее нагруженных элементов, работоспособности масла на установленном уровне при эксплуатации автомобилей. Повышение эффективности эксплуатации автомобилей главная задача системы технического обслуживания и ремонта дизелей, в частности за счёт снижения затрат на текущий и капитальный ремонт двигателей, являющихся самым дорогостоящим агрегатом (до 25%). Исследована закономерность влияния объёма масла в картере дизельных двигателей, на интенсивность изменения технического состояния двигателя и старения масла в процессе эксплуатации. Обоснованы аналитические зависимости интенсивности старения моторного масла, изменения технического состояния цилиндропоршневой группы и подшипников коленчатого вала двигателя от объёма масла в картере форсированных двигателей. Усовершенствован процесс профилактики смазочной системы путем оптимизации объёма доливаемого масла для компенсации его угара и утечек.

**Ключевые слова:** форсированные дизели, моторное масло, периодичность замены масла, нормативные показатели масла, автомобильные двигатели.

• • •

**Түйіндеме.** Дизельдердің техникалық күтім және жөндеу жүйесінің негізгі міндеті автомобильдердің пайдалану эффективтілігін арттыру, атап айтқанда ең қымбат агрегат болып табылатын (25% дейін), қозғалтқыштардың ағымдағы

және күрделі жөндеуге кеткен шығындарды төмендету есебінен болып табылады. Қозғалтқыш жұмысының сенімділігі, жанасу бөлшектерінің арасындағы үйкелісті барынша азайту және ең көп жүктелген элементтердегі артық жылуды өкету, автомобильді пайдалану кезінде белгіленген деңгейдегі майдың жұмыс қабілеттілігі мен оның сипаттамаларын қамтамасыз етеді. Пайдалану процесінде дизельді қозғалтқыштардың қартеріндегі май көлемінің, қозғалтқыштың техникалық жай-күйінің өзгеруі мен майдың ескіру қарқындылығына әсерінің заңдылықтары зерттелді. Мотор майының ескіру қарқындылығы, цилиндрлі поршеньді топтың және қозғалтқыштың иінді білігінің мойынтіректерінің техникалық күйінің өзгеруінің аналитикалық байланысы негізделген. Майдың жанып кетуі мен ағып кетуін өтеу үшін үстемелеу май көлемін оңтайландыру жолымен майлау жүйесінің алдын алу процесін жетілдіру.

**Түйінді сөздер:** форсирленген дизельдер, мотор майы, май ауыстыру кезеңділігі, майдың нормативті мәндері, қозғалтқыштары автомобиль.

• • •

**Abstract.** Efficiency increasing the of automobile operation is the main task of the system of maintenance and diesel engines repair, in particular, by reducing the costs of current and major engines repairs, which are the most expensive unit (up to 25%). The reliability of the engines' operation by minimizing the friction between the mating parts and the removal of excess heat from the most loaded elements, the performance of the oil and its characteristics at the established level during the operation of cars. The regularities of the influence of the oil volume in the crankcase of diesel engines, the intensity of changes in the technical state of the engine and the aging of oil during operation are investigated. The analytical dependencies of the intensity of engine oil aging, changes in the technical condition of the cylinder piston group and the engine crankshaft bearings from the oil volume in the crankcase of forced engines are substantiated. The process of preventing the lubrication system has been improved by optimizing the volume of the oil to be added to compensate for its combustion and leaks.

**Key words:** high-powered diesel engines, engine oil, oil drain interval, oil quality standards, car engine.

**Введение.** Главной задачей системы ТО и Р является повышение эффективности эксплуатации автомобилей, в частности за счёт снижения затрат на текущий и капитальный ремонты двигателей, являющихся самым дорогостоящим агрегатом (до 25%). Надёжность работы двигателей в первую очередь обеспечивается минимизацией трения между сопряженными деталями и отводом избыточного тепла от наиболее нагруженных элементов, что является основными функциями системы смазки [1].

Постоянный рост требований к эффективности автомобилей ведёт к увеличению форсирования двигателей. Это, в свою очередь, ведёт к повышению термонапряженности деталей, чем значительно ухудшаются условия работы масла, увеличивается его угар, ускорение срабатывания присадок, и, как следствие, повышение интенсивности изнашивания трущихся пар, лако- и нагарообразование и в целом снижение ресурса двигателя. Увеличение массовой доли присадок в маслах (до 39%) призвано снизить негативное влияние форсирования двигателей, однако данное направление является малоэффективным из-за больших материальных и временных затрат на создание новых масел, что в итоге отражается на эффективности эксплуатации автомобилей. Вместе с тем, обеспечение работоспособности масла и его характеристик на установленном уровне при эксплуатации автомобилей возможно за счет оптимизации режимов долива масла. Это обеспечит поддержание уровня масла на требуемом уровне, а его обновление снизит содержание продуктов окисления, восполнит долю сработанных присадок, а также обеспечит снижение термонапряженности деталей и повысит ресурс двигателя [2].

Таким образом, работы, направленные на повышение эффективности эксплуатации форсированных автомобильных двигателей за счёт совершенствования профилактики системы смазки являются актуальными.

**Методы исследования.** В статье рассмотрены теоретические аспекты изнашивания деталей, определяющие их ресурс, и изменения основных параметров моторного масла в процессе работы, определяющие его срок службы, в высоко форсированных дизелях при различных объёмах масла в картере.

Количество циркулирующего в ДВС масла ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) определяется формулой [3]:

$$V_{\text{ц}} = K \cdot \frac{Q_{\text{м}}}{\rho_{\text{м}} \cdot C_{\text{м}} \cdot \Delta t_{\text{м}}}, \quad (1)$$

где,  $\rho_{\text{м}}$  – плотность моторного масла,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$C_{\text{м}}$  – теплоемкость масла,  $\text{КДж}/\text{кг} \cdot \text{К}$ ;

$\Delta t_{\text{м}}$  – нагрев масла,  $\text{К}$ ;

$K$  – коэффициент запаса, для дизельных ДВС  $K = 2,5-3$ .

При работе двигателя часть масла расходуется из системы смазки (вследствие выгорания и утечек). Поэтому для надежной работы в течение достаточно длительного времени и обеспечения требуемого запаса хода транспортного средства потребное количество масла в системе смазки м<sup>3</sup>/ч равно:

$$V_D = (2 \div 3,5) \cdot V_U. \quad (2)$$

Тогда, для дизельных ДВС,:

$$V_D = (55 \div 65) \cdot 10^{-3} \cdot N_e. \quad (3)$$

С учётом производительности масляных насосов этих двигателей КАМАЗ-740 – 5,1 м<sup>3</sup>/ч и КАМАЗ-ЕВРО - 9 м<sup>3</sup>/ч, оборачиваемость объёма масла составит соответственно 182 и 265 раза за час. Видно, что это соотношение 1,46 не соответствует соотношению мощностей 1,953. Следовательно, при одинаковом объёме смазочной системы в соответствие с формулой (1) увеличится прирост температуры масла. Это приводит к интенсификации процесса старения масла и требует применения на форсированных турбонаддувом двигателях других масел группы Д.

Таким образом, оптимальный объём масла в смазочной системе двигателя определяется видом масла, производительностью масляного насоса, мощностью двигателя и режимами его работы.

Рассмотрим влияние объёма масла в смазочной системе на температуру масла при постоянных параметрах системы охлаждения. Из формулы (1) следует:

$$\Delta t_M = \frac{KQ_M}{\rho_M C_M V_U}. \quad (4)$$

То есть, прирост температуры обратно пропорционален объёму масла, что в общем виде можно записать как:

$$\Delta t_M = \frac{a}{V_U} \quad (5)$$

где  $a$  – параметр обусловленный конструктивными и режимными параметрами

$$a = \frac{KQ_M}{\rho_M C_M}, \quad (6)$$

Таким образом, температура масла при неизменных параметрах теплообменника обратно пропорциональна объёму масла в смазочной системе.

Ресурс двигателя определяется интенсивностью изнашивания деталей в основном шатунно-кривошипной и цилиндропоршневой групп. Зависимость интенсивности изнашивания от температуры масла в рабочем диапазоне 80-140°C можно принять линейной [4]:

$$\alpha = \alpha_0 + ct_M, \quad (7)$$

где  $\alpha_0$  - интенсивность изнашивания при  $t_M = 0$ ;  
 $c$  – коэффициент пропорциональности.

С учётом зависимостей (5) и (7) получим

$$\alpha = \alpha_0 + \frac{d}{V_u}, \quad (8)$$

где  $d$  – константа.  $d = c \cdot a. \quad (9)$

Ресурс масла (периодичность замены) определяется интенсивностью старения, то есть интенсивностью (или скоростью) снижения концентрации присадок. Скорость большинства реакций увеличивается с ростом температуры. Для количественного описания температурных эффектов в химической кинетике используется уравнение Аррениуса

$$\alpha(T) = Ae^{\left(\frac{-E_a}{RT}\right)}, \quad (10)$$

где  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $A$  – множитель, определяемый природой реакции;  $E_a$  – энергия активации;  $T$  - абсолютная температура в  $K$ .

С учётом уравнений (1) и (10) для  $\alpha(T)$  запишем

$$\alpha(T) = Ae^{\left(\frac{-E_a V}{R a}\right)}. \quad (11)$$

Температура масла является основным, но не единственным параметром, определяющим ресурс, как двигателя, так и срок службы масла. Большое влияние на эти показатели надёжности оказывает режим подачи масла к узлам трения.

При снижении уровня масла в картере двигателя кроме повышения температуры масла увеличивается вероятность прерывания подачи его в систему и попадания воздуха, то есть вспенивания. Это ведёт к нарушению гидродинамического режима смазки узлов трения, особенно подшипников коленчатого вала и турбокомпрессора и к снижению их ресурса. В общем виде с учётом этого зависимость интенсивности изнашивания деталей узлов трения, обуславливающий интенсивность изменения технического состояния, от объема (уровня) масла можно записать

$$\alpha = \alpha_0 - cV, \quad (12)$$

где  $\alpha_0$  – интенсивность изнашивания при верхней метке на маслоизмерительном щупе;  $c$  – коэффициент пропорциональности.

Область определения данной функции снизу ограничивается минимальным объёмом  $V_{min}$ , при котором начинается режим прерывания масляного потока или режим масляного голодания. Величина эта носит вероятностный характер, так как определяется режимами работы двигателя и автомобиля (ускорение, замедление, крен и уклоны дороги).

Область определения данной функции сверху ограничивается максимальным объёмом  $V_{max}$ , при котором начинается режим прерывания масляного потока из-за вспенивания вследствие касания поверхности масла в картере и противовесов коленчатого вала.

При повышении уровня (объёма) масла в картере выше  $V_{max}$  начинает изменяться режим подачи масла к парам трения, проявляющийся во вспенивании всё большего объёма масла и в образовании масляного тумана. Эти процессы носят вероятностный характер, во многом определяемый временем вспенивания определённого объёма масла. Степень вспениваемости масла возрастает с повышением уровня выше  $V_{max}$  также, как и вероятность попадания в маслозаборник вспененного масла (размер и концентрация пузырьков воздуха) [5, 6].

Вследствие повышения вспениваемости масла нарушается laminarный режим поступления его к парам трения. Поток масла становится турбулентным, что сокращает его расход через пары трения и повышает интенсивность изнашивания. Зависимость интенсивности изнашивания от объёма масла в этой области определения функции носит нелинейный характер, так как вероятность пузырьков воздуха и их размер увеличиваются по мере повышения уровня масла в картере. Поэтому характер зависимости  $\alpha$  от  $V$  можно принять экспоненциальным.

$$\alpha = \alpha_0 e^{fV}, \quad (13)$$

где  $\alpha_0$  – интенсивность изнашивания при объёме масла по верхней метке щупа;

$f$  – экспериментальный коэффициент.

Итоговая зависимость интенсивности изменения технического состояния двигателя от объёма масла в картере представляет сумму функций (12) и (13).

$$\alpha_{\Sigma} = \alpha_0 - cV + \alpha_0 e^{fV}. \quad (14)$$

Вследствие вспенивания масла повышается площадь контакта с воздухом (пузырьки), что ведёт к повышению окисления (старения) масла. Зависимость эту можно принять экспоненциальной, так как вероятность роста плотности пузырьков с ростом объёма масла возрастает по кумулятивной зависимости

$$\alpha(T)_2 = A_2 e^{BV}, \quad (15)$$

где  $B$  – экспериментальный параметр.

Итоговая зависимость интенсивности старения масла представляет собой сумму двух экспонент 10 и 15.

$$\alpha(T)_\Sigma = A_1 e^{(-\frac{E_a V}{R a})} + A_2 e^{BV}. \quad (16)$$

Для отыскания экстремума этих функций найдём их производные и приравняем их к нулю

$$\alpha'_\Sigma = -c + \frac{\alpha_0}{f} \cdot e^{fV} = 0, \quad (17)$$

$$\alpha'(T)_\Sigma = -A_1 \frac{ka}{E_a} e^{(-\frac{E_a V}{R a})} + A_2 \frac{1}{B} e^{BV} = 0. \quad (18)$$

Поскольку полученные аналитические зависимости носят сложный вероятностный характер, то их для практических целей целесообразно аппроксимировать полиномом второй степени

$$y = a + bV + cV^2, \quad (19)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – экспериментальные параметры, определяемые методом наименьших квадратов.

На эффективность профилактики смазочной системы, кроме оптимальной периодичности замены моторного масла, существенно влияет режим долива масла для компенсации его угара. Долив масла, повышает общий уровень присадок, в том числе и щелочной. Трёхкратный долив масла ещё значительно повышает концентрацию щелочной присадки. После обоснования математических моделей для реальной оценки состояния моторного масла в процессе эксплуатации определяли их параметры по экспериментальным данным.

Для экспериментальной оценки изменения показателей состояния моторного масла в процессе эксплуатации в Управлении технологического транспорта «Югтрансгаз» было организовано наблюдение за 28 автомобилями КАМАЗ-ЕВРО в течение трёх лет. Анализ проб масла проводили на 28 автомобилях через 2 тыс. км пробега

масла. Всего было проанализировано более 180 проб масла объемом 1,5 л каждая.

Использовали масло Shell Rimula R3 X SAE 15W40, которое является аналогом масла M10D (M) по ГОСТ 8581. При анализе проб масла определяли: кинематическую вязкость, сСт, температуру вспышки в открытом тигле, °С, загрязненность, см<sup>-1</sup>, щелочное число, мг КОН/г масла, плотность при 20°С, г/дм<sup>3</sup>, массовая доля воды, %. Параметры определяли по общепринятой в лаборатории методике [7, 8].

Одним из частых отказов дизелей является рост уровня масла в картере из-за снижения качества распыливания топлива и полноты его сгорания, а, следовательно, и попадания его в картер. О наличии топлива в масле можно судить по изменению его вязкости. Наличие топлива в масле можно также обнаружить по изменению температуры вспышки в открытом тигле. Определяя температуру вспышки работавшего масла и сравнивая ее со значениями, полученными для свежего масла, разбавляемого известным количеством топлива, можно ориентировочно оценить количество топлива в масле. Срок службы масла в значительной степени зависит от накопления в нем нерастворимых загрязнений. Одним из давно разработанных методов определения содержания нерастворимых частиц является метод «капельной пробы». Каплю работавшего масла с помощью шупа, капают на особый тип фильтровальной бумаги. В современном варианте суть метода заключается в измерении, с помощью прибора, непрозрачности в нескольких областях нанесенного пятна путем его просвечивания световым потоком. Концентрация нерастворимых продуктов рассчитывается по калибровочным данным прибора. Метод позволяет установить концентрации нерастворимых продуктов в пределах 0,2-3,5% масс.

Количество нерастворимых продуктов в работавшем масле может быть также определено путем фильтрования его через фильтр Millipore с последующим его взвешиванием.

Щелочное число масел выражается через количество (в мг) гидроксида калия (КОН), эквивалентное содержанию всех видов щелочей в 1 г масла, то есть размерность (мг КОН/г).

Кинематическая вязкость (сСт) определялась в соответствии с ГОСТ 33-2000 «Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости» [9, 10].

Температура вспышки в открытом тигле (°C) определялась в соответствие с ГОСТ 4333-87 «Нефтепродукты. Метод определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле».

Для оценки влияния объема долива весь объем выборки наблюдаемых автомобилей (28 единиц) был разделён на четыре группы в зависимости от среднего объема долива масла. В первой группе объем доливаемого: за один раз масла был от 1,5 до 3,5 л; во второй – от 3,5 до 5,5 л; в третий – от 5,5 до 7,5 л; в четвёртый – от 7,5 до 10 л. В каждой группе фиксировали среднюю за рейс температуру масла в картере, расход масла на угар и давление в смазочной системе. Для измерения температуры использовали термометр, который устанавливали на место маслоизмерительного щупа. Давление масла определяли по манометру на щитке приборов автомобиля. Расход масла определяли по доливу до верхней метки на щупе. Температура масла свидетельствует о его объеме и аэрации. Снижение давления масла за период наблюдений (три года) во многом обусловлено износом деталей, особенно подшипников коленчатого вала. Интенсивность старения масла прямо пропорциональна температуре, поэтому с ростом объема доливаемого масла она также будет возрастать [11, 12].

**Результаты исследования.** Из рисунка 1 видим, что при увеличении разовых объемов долива масла температура масла увеличивается на 13-14 °C (15-16%). Это объясняется тем, что в двигателях, в которых разовый объем доливаемого масла меньший, но осуществляется более частая доливка, общий объем масла близок к максимальному требуемому уровню, а за счет большего объема и получаем и большую теплоемкость. Это вызывает соответствующее возрастание интенсивности изменения технического состояния двигателя (по изменению давления в смазочной системе – на 40-44%) и интенсивности старения масла – на 75-80% (рисунки 2-4).

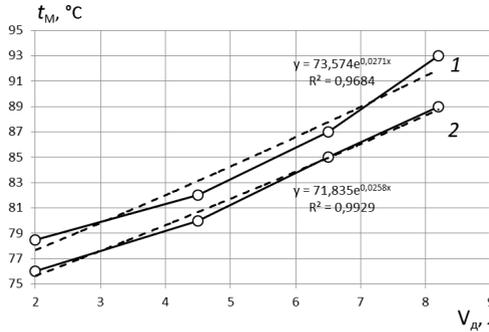


Рисунок 1 - Зависимость температуры масла в картере двигателя летом – 1 и зимой – 2 от объема разового долива

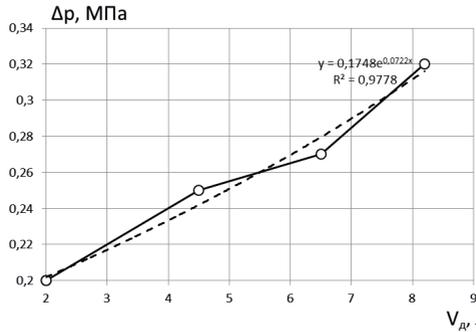


Рисунок 2 - Зависимость снижения давления в смазочной системе двигателя за три года эксплуатации от объема разового долива масла

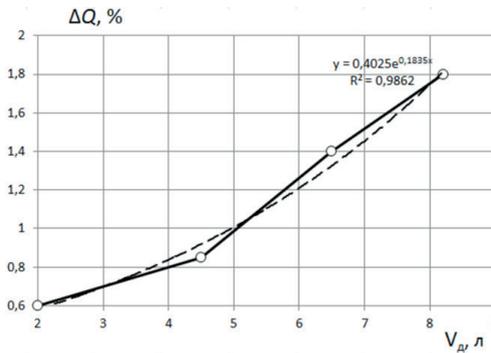


Рисунок 3 - Зависимость повышения расхода масла на угар в двигателе за три года эксплуатации от объема разового долива масла

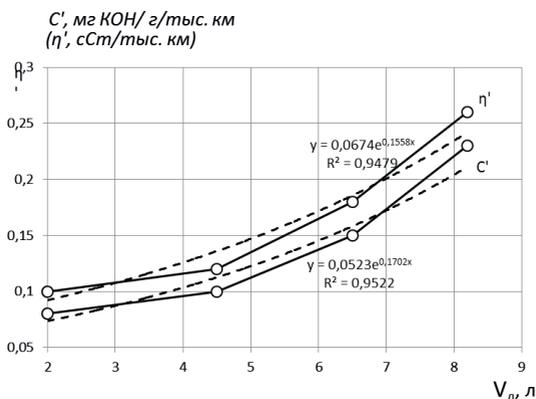


Рисунок 4 - Зависимость интенсивности снижения вязкости  $\eta$  и щёлочности  $C$  масла от объёма разового долива масла

**Обсуждение результатов.** С учётом приведённых факторов при сложившейся доходной ставке по автомобилям КАМАЗ-ЕВРО 20 руб./км были определены удельные эксплуатационные затраты на долив масла и на устранение отказов по причине смазочной системы, которые приведены на рисунке 5.

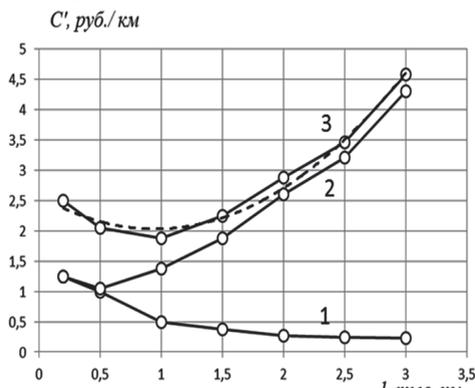


Рисунок 5 - Зависимость удельных эксплуатационных затрат на долив масла –1, на текущий ремонт – 2 и суммарных – 3 от периодичности долива масла

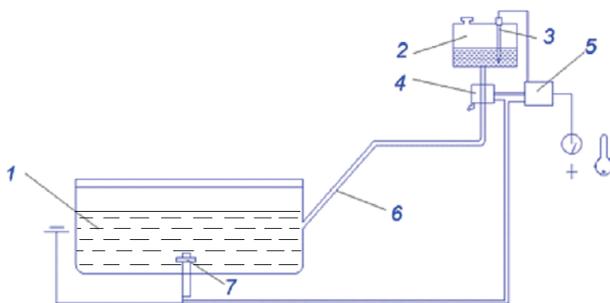
Обработка данных суммарных удельных затрат по полиному второй степени и расчёт оптимального значения периодичности до-

лива по производной, равной нулю, показала, что оптимальная наработка до долива масла составляет 1 тыс. км. То есть, за срок службы масла целесообразно 17 раз доливать масло объёмом 1,8-2 л.

При этом режиме долива, судя по приведённым в четвёртом разделе данным, будут минимальными: температура масла в картере, интенсивность изменения технического состояния двигателя и интенсивность старения масла. Следовательно, будут при этих условиях долива максимальными ресурс двигателя и срок службы масла.

Для обеспечения такого напряжённого режима долива масла, предлагается регулятор уровня масла (РУМ), который в трёх экземплярах установлен на автомобиле подконтрольной партии и проходит испытание в опорном хозяйстве. Этот регулятор является элементом функционального тюнинга автомобиля, выполняемого по желанию эксплуатационников.

Регулятор (рисунок 6) состоит: масляный картера – 1, бачок – 2, индикатор уровня масла в бачке – 3, клапан – 4, выключатель – 5, гибкий маслопровод - 6, датчик уровня масла в картере – 7, электропровод, соединяющий датчик, клапан и индикатор с аккумулятором автомобиля. Регулятор работает следующим образом. При движении автомобиля система регулирования не работает, так как при этом уровень масла в картере постоянно меняется. Система регулирования включается водителем выключателем - 5 при работающем двигателе и стоящем автомобиле. При снижении уровня масла ниже верхней метки на маслоизмерительном щупе датчик – 7 даёт сигнал на клапан – 4, который открывается и масло из бачка – 2 поступает в картер двигателя - 1.



1 – масляный картер; 2 – бачок; 3 - индикатор уровня масла в бачке; 4 – клапан; 5 – выключатель; 6 – гибкий маслопровод; 7 – датчик уровня масла в картере

Рисунок 6 - Схема регулятора уровня масла в картере двигателя (патент):

При достижении уровнем масла верхней метки маслоизмерительного щупа по сигналу датчика – 7 клапан – 4 закрывается и подача масла в картер двигателя прекращается. При окончании масла в бачке индикатор – 3 информирует водителя о необходимости долива масла в бачок. Использование регулятора позволяет избежать работы двигателя при уровне масла в картере за пределами меток на маслоизмерительном щупе. Это снижает вероятность аварийных повреждений подшипников коленчатого вала и цилиндропоршневой группы двигателя. На регулятор уровня масла для двигателей внутреннего сгорания получено положительное решение о выдаче патента на изобретение от 08.09.2017.

Альтернативой РУМ является долив масла через 1000 км пробега автомобиля не выше верхней метки на щупе.

Для оценки экономического эффекта данного исследования следует сравнить затраты на профилактику смазочной системы двигателей и обеспечение работоспособности двигателей с затратами при предлагаемой усовершенствованной профилактикой смазочной системы. Одной из составляющих годового экономического эффекта является сокращение затрат от оптимизации долива масла. В настоящее время, долив масла осуществляется через 2000 км со средними удельными затратами 2,8 руб./км. При предлагаемой периодичности долива масла 1000 км удельные затраты составляют 1,9 руб./км. То есть, при годовом пробеге автомобиля 60000 км, годовой экономический эффект составит  $E_{г} = 60000 \text{ км} \cdot 0,9 \text{ руб./км} = 54000 \text{ руб.}$  С учётом стоимости РУМ, расчёт которой приведён в приложении, общий годовой экономический эффект составит 49500 руб. на один автомобиль КАМАЗ-ЕВРО.

**Выводы.** В работе решена актуальная научно-практическая задача, состоящая в повышении эффективности эксплуатации форсированных дизелей и снижении затрат на обеспечение ресурса за счёт совершенствования профилактики смазочной системы на 12% путём установления рационального режима долива масла для компенсации его угара и утечек.

Установлено, при одинаковом объёме смазочной системы в форсированных ДВС увеличивается прирост температуры масла, что приводит к интенсификации процессов его старения и повышению интенсивности изнашивания деталей двигателя. Обоснованы анали-

тические зависимости интенсивности старения моторного масла и интенсивности изменения технического состояния цилиндропоршневой группы и подшипников коленчатого вала двигателя от объёма масла в картере форсированных двигателей.

По программе и методике экспериментального исследования определены параметры зависимостей основных показателей моторного масла от наработки и объёма его долива в картер форсированных двигателей КАМАЗ-ЕВРО и разработан устройство для их поддержки заданного уровня масла в конкретных условиях эксплуатации. Установлено, что при реальных режимах долива масла его температура изменяется на 13-14°C или на 15-16%. Это вызывает соответствующее изменение интенсивности изменения технического состояния двигателя (по изменению давления в смазочной системе – на 40-44%, по росту расхода масла на угар – на 270-290%) и интенсивности старения масла – на 75-80%.

Использование практических рекомендаций по совершенствованию профилактики смазочной системы форсированных двигателей КАМАЗ-ЕВРО (с объёмом 2 л и периодичностью 1 тыс. км) или разработанного регулятора уровня масла в картере обеспечивает экономический эффект 49500 руб. на один двигатель в год.

### Список литературы

1. Балтенас Р., Сафонов А.С., Ушаков А.И., Шергалис Балтенас В. Моторные масла. Производство. Свойства. Классификация. Применение. - М.: Альфа-Лаб., СПб.- 2000.- 272с.

2. Басков В.Н., Денисов А.С., Ушаков А.И., Шергалис В. Эксплуатационные факторы и надёжность автомобиля / Альфа-Лаб. - М.: СПб, 2000.- 272с.

3. Биниязов А.М., Денисов А.С. Совершенствование профилактики смазочной системы форсированных автотракторных дизелей КАМАЗ-ЕВРО //Новости науки Казахстана.- 2017.- №1.- С 136-152.

4. Денисов А.С., Захаров В.П., Асоян А.Р. Изменение технического состояния основных элементов дизелей КАМАЗ-ЕВРО в процессе эксплуатации. Технологические и организационные проблемы сервиса машин и пути их решения // Сб. науч. тр. - Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т., 2010.- С. 16-24.

5. Денисов А.С., Басков В.Н., Захаров В.П. Влияние периодичности профилактики на надёжность автомобилей // Автотранспортное предприятие. -2011.- № 1.- С. 51-52.

6. Кузьмин Н.А., Борисов Г.В. Научные основы процессов изменения технического состояния автомобилей. - Н. Новгород: НГТУ., 2012. - 270 с.

7. Остриков В.В., Носов А.О. Теоретические предпосылки выбора способа очистки моторных масел от загрязнений // Научное обозрение. - 2010. - № 2. - С. 33-34.

8. Федотов А.И. Диагностика автомобиля: учебник для вузов. - Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2012.- 468 с.

9. Шампайн Л.Ф., Гладвел, С., Томпсон Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием MATLAB: учебное пособие / 1-е изд. И. -СПб.: Лань, 2009. - 304 с.

10. Якунин Н.Н. Методологические основы контроля и управления техническим состоянием автомобилей в эксплуатации. -М.: машиностроение-1, 2003.-178 с.

11. Johnson G. Failure of components // Automobile Engineers, March, 1996. - P. 108-111.

12. Krause H.R. Tribomechanical Reaction in the Friction and Wearing Process of Iron // 1971. - № 3. - Wear, vol.18.- P. 403-412.

**Биниязов А.М.**, аспирант кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство», e-mail: abiniyazov@mail.ru

**Денисов А.С.**, доктор технических наук, профессор, кафедра «Организация перевозок, безопасности движения и сервис автомобилей», e-mail: denisov0307@yandex.ru

**Захаров В.П.**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Техники и технологии», e-mail: zaharov57@yandex.ru

**Сарсенбаева Л. Х.**, магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Техники и технологии», e-mail: alina290510@mail.ru

**Бралиев А.Б.**, студент группы ОП-22, специальности «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», e-mail: braliev84@mail.ru

**Источник финансирования исследований:** Управление технологического транспорта «Югтрансгаз» г. Саратов, Россия.

# СТРОИТЕЛЬСТВО

---

---

МРНТИ 67.01.77

*А.А. Сеитова<sup>1</sup>, Ж.А. Калыбекова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы, Алматы, Қазақстан

## УАҚЫТША ҚАТАРЛАРДЫҢ БАҒАНДЫ ДИНАМИКАСЫ

---

---

**Түйіндеме.** Бұл мақалада қоғам талаптарына сәйкес архитектуралық пішіннің өзгермелілігіне байланысты құрылыс саласындағы прогрессивті үрдістер талданады. Архитектуралық кеңістікті тіршілік ету ортасының жағдайына динамикалық бейімдеуді қолдану арқылы өзгермейтін архитектуралық объектілерді құрудағы тарихи және заманауи тәжірибенің мысалдары қарастырылады. Құрылыс саласындағы динамикалық қалыптастырудың ерекшеліктері және технологиялық инновацияларды қолдану арқылы жасанды ортаны ұйымдастыру әдістері анықталады. Бұл мақалада біз мультициклдік архитектураға енгізілген динамикалық жүйелердің теориялық негіздерін енгіземіз. Әр шкаладағы динамика негізгі масштабты нақты нейробиологиялық процестерді қамтитын сызықты емес осцилляторлардың ансамблімен анықталады.

**Түйінді сөздер:** Уақытша қатарлар, динамикалық жүйе, функционалдық байланыс, мультициклдік ыдырау, бағанды динамика.

• • •

**Аннотация.** В статье анализируются прогрессивные тенденции в области строительства при изменчивости архитектурных форм в соответствии с требованиями современного общества. Рассмотрены примеры исторического и современного опыта в проектировании архитектурных объектов, которые не меняются с использованием динамической адаптации к окружающей среде архитектурного пространства. Определены особенности динамического развития в области строительства и методы организации искусственной среды с помощью технологических инноваций. В этой статье мы введем теоретические основы динамических систем, включенных в мультициклическую архитектуру. Динамика каждой шкалы определяется ансамблем нелинейных осцилляторов, что связано с крупномасштабными нейробиологическими процессами.

**Ключевые слова:** Временная серия, динамическая система, функциональное связывание, многоциклическое разложение, динамика столбцов.

**Abstract.** This article analyzes progressive trends in construction due to the variability of the architectural form of society in accordance with the requirements. Examples of historical and modern experience in the design of architectural objects that do not change using dynamic adaptation to the environment of architectural space are considered. Specific features of dynamic development in the field of construction and methods of organizing an artificial environment with the help of technological innovations are determined. In this article, we introduce the theoretical foundations of dynamic systems included in a multicyclic architecture. The dynamics of each scale is determined by an ensemble of nonlinear oscillators, which is associated with large-scale neurobiological processes.

**Key words:** Time series, dynamic system, functional binding, multicyclic expansion, column dynamics.

**Уақыт** серияларын талдау тәуелсіз, өте кең және математикалық статистика қарқынды дамып келе жатқан облыстардың бірі болып табылады. Инженерлік-экономикалық салаларда уақыт сериясы (динамикалық серия) уақыттың біркелкі уақыттарында белгілі бір ерекшеліктерді (кездейсоқ айнымалы) байқау реті болып табылады. Жеке бақылаулар серияның деңгейлері деп аталады, мұнда  $n$  - деңгейдің саны.

«Уақыт» динамикалық сәулет объектілерін ұйымдастырудағы қалыптастырушы санаттардың бірі болып саналады. Зерттеудің тарихи аспектісі архитектурада уақытша құрылымдардың дамуын, олардың қалалық ортадағы рөлі мен құрылымдық өзара байланысын көрсетеді [1].

Уақыттық серияларды талдау, атап айтқанда, келесі мәселелерді шешу үшін қолданылады:

1) уақыттық сериямен ұсынылған процестің математикалық моделін құру үшін;

2) уақыт сериясының құрылымын зерттеу, мысалы, орташа мән-дер деңгейіндегі өзгерістерді (тренд) және мерзімді тербелістерді анықтау;

3) процестің болашақ дамуын болжау үшін, уақыт сериясымен ұсынылған.

Уақыт сериясын талдаудың осы және басқа мәселелерін шешу үшін зерттеушілер көптеген әдістерді ұсынды:

1) корреляциялық талдау әдісі сізге бір процесте (автокорреляция) немесе бірнеше процестер арасында (кросс-корреляция) маңызды

кезеңдік тәуелділіктерді және олардың кешігулерін (кідірістерді) таңдауға мүмкіндік береді;

2) спектральды талдау әдістері деректерге мерзімді және квази-периодикалық тәуелділіктерді табуға мүмкіндік береді;

3) тегістеу және сүзу әдістері олардан жоғары жиілікті немесе маусымдық тербелістерді жою үшін уақытша серияларды түрлендіруге арналған;

4) аустреграция және жылжымалы орта әдісі әсіресе ортадағы гомогенді тербелістерді көрсететін процестерді сипаттау және болжау үшін пайдалы.

Осылайша, уақыттық серияларды зерттеудегі ең маңызды классикалық міндет - зерттелген үдерістің негізгі үрдістерін және одан ауытқуларды анықтау және статистикалық бағалау.

Уақыт сериясының деңгейлері екі компоненттен тұрады:

- жүйелі (анықтамалық, тұрақты)

- кездейсоқ (тұрақты емес, күтпеген), уақытша тәуелсіз

Тұрақты компонент, жалпы алғанда, трендті, циклдік компонент пен маусымдық компоненттен тұруы мүмкін. Дегенмен, тұрақты компонент барлық үш компонентті қамтуы керек.

Кездейсоқ (реттелмейтін) компонент. Экономистер әсер етпейтін факторларды бөліседі, олардың құрамында тұрақты емес компонент қалыптасады, екі түрге бөлінеді:

- кенеттен, кенеттен әрекет ететін факторлар;

- ағымдағы факторлар.

Факторлардың бірінші түрі (мысалы, табиғи апаттар, эпидемиялар және т.б.), әдетте, кездейсоқ ауытқулармен салыстырғанда елеулі ауытқулар тудырады - кейде мұндай ауытқулар апатты ауытқулар деп аталады [2].

Екінші типтегі факторлар көптеген жанама әсерлердің әсерінен кездейсоқ ауытқуды тудырады. Ағымдағы факторлардың әрқайсысының әсері шамалы, бірақ олардың жалпы әсерлері сезіледі.

Уақыттық серияларды маусымдық бөлшектеу және реттеу мақсаты серияларды құрамдас бөліктерге бөлу: тренд, маусымдық компонент және тұрақты емес компонент.

Жалпы жағдайда, уақыттық серия төрт түрлі компоненттен ұсынылуы мүмкін:

- маусымдық компонент (С-да белгіленеді, мұнда t уақытша мағынаны білдіреді)

- тренд (Tt)
- циклдық компонент (Ct)
- кездейсоқ, дұрыс емес компонент (Et)

Циклдік және маусымдық құрамдас бөліктер арасындағы айырмашылық, соңғы кездегі кезеңдік (маусымдық) мерзімділікке ие, ал циклдық факторлар көбінесе циклден циклге қарай өзгереді. Тренд және циклдік компонент әдетте бір трендтік циклдік компонентке (TtCt) біріктіріледі (бұдан әрі TtCt-> Tt белгілерінің қарапайымдылығы үшін). Бұл компоненттердің арасындағы функционалдық қатынастар әртүрлі нысандарда болуы мүмкін. Дегенмен, біз өзара әрекеттесудің екі негізгі жолын ажыратып аламыз - жанама және мультипликативтік:

Қосылу үлгілері:  $Vt = TCt + St + Et$

Мультипликативтік үлгілері:  $Vt = Tt * Ct * St * Et$

Аралас типтің үлгілері:  $Vt = Tt * Ct * St + Et$

Үш модельдің бірін таңдау маусымдық ауытқулар құрылымын талдауға негізделген. Егер ауытқулардың амплитудасы шамамен тұрақты болса, маусымдық компоненттің мәндері әртүрлі циклдар үшін тұрақты деп есептелетін қосымша уақыттық сериялы модель құрылады. Егер маусымдық ауытқулардың амплитудасы көбейсе немесе азаяса, сериялы деңгейлерін маусымдық компоненттің мәндеріне тәуелділіктей беретін мультипликативтік уақыттық сериялы модель құрылады. Қосарлы мультипликативтік модель құрылысы серияның әрбір деңгейіне арналған T, S және E мәндерін есептеу үшін азаяды. Үлгіні құру процесі келесі қадамдарды қамтиды:

1. Жылжымалы орташа әдіс көмегімен бастапқы топтаманы теңестіру.
2. Маусымдық компоненттің мәндерін есептеу S.
3. Мультипликативтік модельдегі маусымдық компоненттерді серияның бастапқы деңгейлерінен жою және қоспадағы ( $Y - S = T + E$ ) алынған деректерді алу ( $Y: S = T * E$ ).
4. Алынған тренд теңдеуін пайдалана отырып, деңгейлердің ( $T + E$ ) немесе ( $T * E$ ) және T мәндерін есептеудегі аналитикалық теңестіру.
5. Модельден ( $T + E$ ) немесе ( $T * E$ ) алынған мәндерді есептеу.
6. Абсолюттік немесе салыстырмалы қателерді есептеу. Егер үрдіс (Tt) және мерзімді компоненттер (Ct және St) уақыттық сериялардан жойылса, қате деп аталатын қате компонент (Et) қалады. Алынған қате мәндері автокорреляцияны қамтымаса, олар сериялардың бастапқы деңгейлерін ауыстыра алады және кейінірек қателердің уақыт сериясын (Et) пайдаланып, бастапқы және басқа уақыттық сериялардың байланысын талдайды.

**Орталық** бағандардың уақытша қатарларының архитектурасы кеңістіктік таразылардың, нейрондардың, шағын бағандардың, бағаналардың, функционалдық орталық аймақтарының және т.б. иерархиясында қайталанатын модульдік ұйыммен сипатталады. Кез келген баған бойынша уақытша қатарлардың динамикасын реттейтін үдерістер бұл масштабтағы басқа нейрондық құрылымдардың құрылымымен ғана емес, сондай-ақ шағын таразылардың пайда болу тәртібімен және үлкен ауқымда белсенділіктің шектелу әсерімен анықталады. Осы мақалада біз бағанды динамиканың мультициклдік архитектураға енгізілген уақытша қатарларға арналған теориялық негізін енгіземіз. Шындығында, әр шкаладағы динамика сызықтық емес осцилляторлардың ансамблімен айқындалады, олар ауқымды нақты нейробиологиялық процестерді қамтиды. Үлкен масштабтағы динамика көп масштабты толқындардың ыдырауына тәуелді байланыс функциясы арқылы орнатылады. Бұл тәсіл алғаш рет математикалық түрде анықталған. Сандық мысалдар арасында ауқымды бифуркация сияқты құбылыстарды суреттеу және шағын құрылымдардағы синхрондау интуитивті түрде үлкен құрылымдардағы динамикаға қалай әсер ететіндігін көрсету үшін беріледі, ол қазіргі модельдеу тәсілдері арқылы түсе алмайды. Жүйенің динамикалық мінез-құлқымен өлшенген бақылауларға қатысты негіздеме ұсынылып, толқындық құбылыстар мен режимнің қосылыстарын алу үшін қосымша кеңестер ұсынылады.

Архитектуралық белгісі оның белгілерімен және коннотацияларымен, архитектуралық кодтармен және олардың тарихи «оқу» мүмкіндігімен, әртүрлі оқылымдарға және коммуникацияның нышандарына байланысты сәулетшінің мінез-құлқына, бастапқы функцияларды трансформациялауға қабілетті және екінші деңгейдегі ашық, әдеттен тыс болжанбайтын кодтар үшін ашық .

Статистиканың маңызды міндеттерінің бірі жалпы даму трендінің динамикасының сериясын анықтау болып табылады [3].

Негізгі даму үрдісі - кездейсоқ ауытқулардан бос уақытында тұрақты және тұрақты деңгейдегі өзгеріс. Әр түрлі факторлардың әсерінен босатылған бірқатар серияларды өзгертудегі жалпы үрдісті анықтау міндеті.

Трендті зерттеу екі негізгі кезеңді қамтиды:

- Тренд үшін бірқатар динамика тексеріледі;

- Уақыт сериясы біркелкі және үрдіс тікелей алынған, алынған нәтижелердің экстраполяциясы.

Осы мақсат үшін динамика сериясы аралықтарды, қозғаушы ортаны және аналитикалық тегістеуді арттыру әдістерімен өңделеді:

1. Аралықтарды интеграциялау әдісі.

Динамика сериясындағы жалпы үрдісті зерттеудің қарапайым әдістерінің бірі - интервалдардың интеграциясы. Бұл әдіс бірқатар динамиканың деңгейлерін қамтитын кезеңдерді шоғырландыруға негізделген. Мысалы, айлық кезеңдерді тоқсан сайын, тоқсан сайынғы және т.б. айналдыру.

2. Жылжымалы орташа әдісі.

Бірқатар динамиканың жалпы үрдісін анықтау, қозғалыстағы орташа мәнді пайдаланып бірқатар динамиканы тегістеу арқылы жасалуы мүмкін.

Қозғалысшы орта - бір интервал арқылы дәйекті қозғалыспен серия бойынша есептелген қозғалыстағы динамикалық орташа мән, яғни бірінші кезекте орташа деңгей белгілі бір санды бірінші қатарлы деңгейден, ал екіншіден басталатын терминдердің орташа деңгейінен есептеледі.

Мәселен, орташа, ол басынан бастап аяғына дейін бір динамика сериясын бойлай жылжытады, әр басында бір деңгейді төмендетіп, әрі қарай қосады.

Бұл жағдайда эмпирикалық деректерді орташаландыру арқылы жеке тербелістер өшіп, құбылыстың дамуының жалпы үрдісі бірнеше тегіс сызық (теориялық деңгей) түрінде көрсетіледі. Мәселен, әдісінің мәні абсолюттік деректерді белгілі бір кезеңдерде арифметикалық құралдармен ауыстыру болып табылады.

Жылжымалы орташа жеткілікті икемділікке ие, бірақ әдіс жетіспеушілігі - ақпараттың жоғалуына әкеліп соғатын шынымен салыстырғанда түзілген сериялардың қысқаруы. Сонымен қатар, жылжымалы орта трендтің аналитикалық көрінісін бермейді [4].

Жылжымалы қозғалыс кезеңі біркелкі және біркелкі болуы мүмкін. Бұл кездейсоқ кезеңді қолдануға ыңғайлы, себебі бұл жағдайда жылжымалы орта сырғыту кезеңінің ортасына ауысады. Орташа үш кезеңнің ұзақтығы бойынша жылжу мынадай:

$$\gamma_1 = \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3}{3}; \quad \gamma_2 = \frac{\gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4}{3}; \quad \gamma_3 = \frac{\gamma_3 + \gamma_4 + \gamma_5}{3} \quad \text{және т.б.}$$

Алынған орташа мән тиісті медиа интервалға жазылады.

Бір деңгейдегі деңгейлердегі тегістеу ерекшелігі сандық орталардың әрқайсысы (мысалы, төрт мүше) іргелес кезеңдер арасындағы тиісті аралықтарға нұсқайды. Тиісті кезеңдердің түзілген деңгейлерінің мәндерін алу үшін есептелген орташа мәндерді ортаға салу керек.

Динамика сериясын тегістеу әдісінің жетіспеушілігі алынған құралдардың математикалық тұрақтылыққа негізделген теориялық серияларды бермейтіні болып табылады.

## 2. Аналитикалық теңестіру әдісі.

Динамика деңгейінде жалпы үрдісті зерттеудің жетілдірілген әдісі - аналитикалық үйлесім. Аналитикалық теңестіру әдісімен жалпы үрдісті оқыған кезде бірқатар серпінділік деңгейлеріндегі өзгерістер белгілі бір математикалық функциялар арқылы жақындастырудың дәлдік дәрежесінде көрсетілуі мүмкін. Теңдеудің нысаны нақты құбылыстың даму динамикасының сипаты бойынша анықталады. Теңдеулердің формасын таңдау кезінде логикалық талдау есептелген динамика көрсеткіштеріне негізделуі мүмкін, атап айтқанда:

Егер абсолютті қадамдар салыстырмалы түрде тұрақты болса (бірінші деңгейдегі айырмашылықтар шамамен тең), түзу түзу сызықта орындалуы мүмкін;

- абсолютті қадамдар біркелкі көтерілсе (екінші деңгейдегі айырмашылықтар шамамен тең), біз екінші дәрежелі параболаны қабылдай аламыз;

- абсолютті қадамдарды үдеткіш арттыру немесе баяулату арқылы үшінші ретті парабола;

Экспоненциалды функцияны салыстырмалы тұрақты өсу қарқыны кезінде.

Талдамалық теңестіру үшін тренд үлгісінің келесі түрлері жиі қолданылады: тік (сызықтық), екінші деңгейлі парабола, экспоненциалды қисық (гиперболалық).

Талдамалық теңестірудің мақсаты - аналитикалық немесе графикалық тәуелділіктің анықтамасы. Іс жүзінде қолданыстағы уақыттық серияларға функцияның пішіні мен параметрлері беріледі, содан кейін үрдістен ауытқулардың мінез-құлқы талданады. Көбінесе жиілікте келесі тәуелділіктер теңестіру үшін пайдаланылады; сызықтық, параболалық және экспоненциалды.

Қисық сызықтың табиғатын түсіндіргеннен кейін, әртүрлі әдістермен жасалуы мүмкін параметрлерді анықтау қажет:

- 1) серпінді сериялардың белгілі деңгейлеріне теңдеулер жүйесін шешу;

- 2) орташа мәндер әдісімен (желілік ауытқулар), ол төмендегілерден тұрады: серия екі бөлікке тең бөлікке бөлінеді және әрбір бөлікте теңестірілген мәндердің сомасы нақты мәндердің қосындысымен сәйкес келуі үшін енгізіледі, мысалы, тік сызықты теңестіру кезінде;

3) түпкілікті айырмашылық әдісімен бірқатар динамиканы біріктіру;  
4) ең кішкентай квадраттар әдісі бойынша: бұл үрдісті немесе зерттелетін құбылыстың санын сипаттайтын детерминистік компонентті бағалаудың кейбір әдісі.

Қорытынды. Адамзат қоғамдастығының дамуымен архитектуралық пішіндеуге жаңа көзқарастар, соның ішінде динамизм принциптері пайда болды. Бүгінгі күні қозғалыс, пластмасса және трансформация идеяларын жүзеге асыратын қарқынды сәулет өзін ұғымдар мен жобалар деңгейінде көрсетеді. Фимараттардың алғашқы үлгілері көбірек болса да - қалалық тіреген және жеке қала маңындағы үйлер, пластиктің ерекшеліктерін қабылдап, ғарышта қозғалатын керемет динамикалық бейнелерді алып жүреді. Сәулет дизайны және құрылыс технологияларын дамытудың қазіргі заманғы деңгейінің жобалары мен қазіргі кезде қалыптасатын әдістер динамикалық архитектураны жасау кезінде пайдалануға мүмкіндік беретін, ғасырлар бойы тексерілген статистикалық қағидаттар ретінде үйлер мен басқа құрылымдардың үлгісін қалыптастырады [5].

### Әдебиеттер

1. *Лошаков П.* Пульсирующая архитектурная среда. Философия и форма.[Электронный ресурс] / П. Лошаков // Международный журнал по теории архитектуры, Technische Universitet Cottbus. – Cottbus, BRD,1997.-№2.- [Электронный ресурс]: <http://www.tu-cottbus.de/theoriederarchitektur/wolke/rus/Namen/loshakov...>

2. *Сапрыкина Н.А.* Основы динамического формообразования в архитектуре: учебник для вузов. / Н.А. Сапрыкина. – М.: Архитектура-С, 2005. – 312 с

3. *Бокс Дж., Дженкинс Г.* (1974) Анализ временных рядов. Прогноз и управление, М.: Мир, 1974. - Вып. 1, 2.

4. *Арнхейм, Р.* Динамика архитектурных форм / пер. с англ. В. Л. Глазычева. М., 1984.- 27 с.

5. *T. J. Hansen and M. W. Mahoney.* Semi-supervised eigenvectors for locally-biased learning. In NIPS, 2012.

**Сеитова А.А.**, докторант , e-mail: [function05@mail.ru](mailto:function05@mail.ru)

**Калыбекова Ж.А.**, магистр, e-mail: [zhanar\\_kalybekova@mail.ru](mailto:zhanar_kalybekova@mail.ru)

# ПИЩЕВАЯ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

---

---

МРНТИ 65.63.33

*Ж.К. Кенжеева<sup>1</sup>, М.Т. Велямов<sup>2</sup>, Г.У. Дюскалиева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Казахский государственный женский педагогический университет,  
г.Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей  
и пищевой промышленности, г.Алматы, Казахстан

## ОБЗОР УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛО-МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

---

---

**Аннотация.** Представлен краткий обзор номенклатуры и некоторых технологий изготовления существующих в Казахстане кисломолочных продуктов, в том числе йогурта. Молочные продукты являются самыми высокопитательными пищевыми продуктами. Особенно молоко и кисломолочная продукция должны составлять начало рациона питания для детей всех возрастных категорий: раннего, дошкольного и школьного. Поскольку молоко и молочная продукция помимо легко усвояемых белков должны содержать легкоусвояемые формы солей кальция, магния и витамины в производстве постоянно идёт процесс усовершенствования полезного действия кисломолочных продуктов. Производство молока в Казахстане достаточно развито и имеет большие объемы. В соответствии с данными статистики за 2015 г. в Казахстане было произведено 5,18 млн. т молока и переработано более 40%. Лучшими производителями кисломолочной продукции являются: Южно-Казахстанская, Восточно-Казахстанская, Алматинская, Северо-Казахстанская области.

**Ключевые слова:** молоко, йогурт, кисломолочный продукт, витамины, микроорганизмы, фермент, белок.

• • •

**Түйіндеме.** Қазақстанда қолданыстағы сүт өнімдерін өндірудің номенклатурасы мен кейбір технологиялары, соның ішінде йогурт туралы қысқаша шолу келтірілген. Сүт өнімдері ең жоғары қоректік тағамдар. Әсіресе сүт және сүт қышқыл өнімдері барлық жас санаттарындағы балалар үшін: ерте, мектепке дейінгі және мектепке арналған диетаның бастамасы болуы керек. Сүт және

сүт өнімдерінде ақуыздардың оңай сіңуімен қатар кальций, магний тұздарының жеңіл сіңетін формалары болуы тиіс, сондықтан өндірісте қышқыл сүт өнімдерінің пайдалы әсерін жетілдіру процесі үнемі жүріп отырады. Қазақстанда сүт өндірісі жеткілікті дамыған және көлемді. Қазақстан Республикасы Статистика агенттігінің деректері бойынша 2015 жылы тамақ өнеркәсібінде Қазақстанда 5,18 млн. тонна сүт өндірілді (сүттің 40% өңделді), 2014 жылы - 5,06 млн. тонна сүт 40% сүт өңделді 2013 жылы - 4,93 млн тонна сүт (41% өңделді), 2012 жылы - 4,85 млн. Тонна сүт (35%). Оңтүстік Қазақстан, Шығыс Қазақстан, Алматы, Солтүстік Қазақстан облыстары ең үздік сүт өндіруші аймақтар болып табылады.

**Түйінді сөздер:** сүт, йогурт, қышқыл сүт өнімі, витаминдер, микроорганизмдер, фермент, ақуыз.

• • •

**Abstract.** A brief overview of the nomenclature and some technologies for the manufacture of existing dairy products in Kazakhstan, including yoghurt, is presented. Dairy products are the most highly nutritious foods. Especially milk and sour milk products should constitute the beginning of a diet for children of all age categories: early, preschool and school. Since milk and dairy products in addition to easily digestible proteins should contain easily digestible forms of calcium salts, magnesium and vitamins in the production process is constantly improving their usefulness. The production of milk in Kazakhstan is quite developed and has large volumes. According to the statistics of the Agency of the Republic of Kazakhstan in the food industry for 2015, 5.18 million tons of milk were produced in Kazakhstan (40% of milk was processed), in 2014 - 5.06 million tons of milk (40% of milk was processed) , 2013 - 4.93 million tons of milk (41%), 2012 - 4.85 million tons of milk (35%). The best milk producers are: South-Kazakhstan, East Kazakhstan, Almaty, North-Kazakhstan regions.

**Key words:** milk, yoghurt, sour milk product, vitamins, microorganisms, enzyme, protein.

**Введение.** В современных условиях роста стрессовых ситуаций и ухудшения экологической обстановки, важное место в питании человека отводится биологически ценным продуктам, способствующим снижению уровня заболеваний и повышению иммунитета жизнедеятельности человеческого организма.

В Казахстане действует программа развития здравоохранения «Денсаулық», разработанная на 2016-2020 гг. и утвержденная приказом Президента РК. Её цель - обеспечение развития продуктивной и

стабильной системы здравоохранения страны, как продолжение программ «Реформирование и развитие здравоохранения» и «Саламатты Қазақстан», созданных с 2005 по 2015 гг. [1].

Важным приоритетом Казахстана, озвученным президентом Н.Назарбаевым в Программе «Стратегия «Казахстан-2050» — новый политический курс состоявшегося государства», является достижение лидирующих позиций на мировом продовольственном рынке и наращивание сельскохозяйственного производства. Развитие пищевой промышленности особо актуально в связи со вступлением в Таможенный союз и вхождением в ВТО, а также в связи с ростом населения страны и интенсивным потреблением более качественных и разнообразных продуктов питания. Глава государства особо отметил значение науки и научных достижений в развитии агропромышленного комплекса [2].

Во многих развитых странах реализуются национальные программы по оздоровлению населения путем разработки и организации производства пищевых компонентов, корректирующих биохимический состав продуктов питания массового потребления. Так, во Франции объем производства пищевых продуктов и содержащих БАД, за последние десять лет возрос более чем в 350 раз. Создание и внедрение продуктов функционального питания (ПФП) в производство является одним из направлений программы питания человека, провозглашенной ООН. Современный рынок ПФП на 65% состоит из молочных продуктов, в состав которых входят бифидо- и лактобактерии или их консорциумы, а также стимуляторы их роста, биологически активные белки, пептиды, аминокислоты, олигосахариды, витамины и минеральные вещества, пищевые волокна и другие нутриенты.

Питание населения является одним из важных факторов, определяющих здоровье и сохранение генофонда нации. Рациональное питание обеспечивает нормальный рост и развитие организма с детского возраста, способствует профилактике заболеваний, продлению жизни, созданию условий для повышения способности противостоять неблагоприятным воздействиям окружающей среды. Определением норм физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах занимаются специалисты десятков направлений — диетологи, биохимики, микробиологи, технологи. Появились такие новые области знаний, как нутригеномика, нутригенетика, нутриметабомика и про-

теомика, рассматривающие превращения отдельных составляющих пищи на геномном уровне [3].

В Казахстане завод Академии питания «Амиран» – изготавливает молочные продукты не из сухого молока, а из цельного, высшего и первого сортов, без добавления стабилизаторов и консервантов. Первую партию продукции завод выпустил в начале 2011 г. Сначала в линейку входило только детское лечебно-профилактическое питание. Его рецептуру разработал казахстанский ученый, академик, президент Казахской академии питания Т.Шарманов, около 20 лет работавший над проектом возрождения известной в советское время детской молочной кухни, где одно из главных мест занимала закваска – состоящая из лактомолочных бактерий, вызывающий брожение.

Кисломолочная продукция вырабатывается двумя способами: резервуарным и термостатным. После заквашивания молока идет процесс сквашивания, его продолжительность 4-8 ч. После получения необходимой плотности сгустка и кислотности продукта начинается процесс охлаждения. При получении необходимой температуры охлаждения кисломолочный продукт подается на фасовочный автомат. Этот метод называется резервуарным. Таким способом вырабатывается йогурт [4].

*Йогурт* - кисломолочный напиток, в состав которого входят бифидобактерии, болгарская палочка (она же лактобактерия) и ацидофильная палочка (в ацидофильных йогуртах). В результате жизнедеятельности заквасочной микрофлоры образуются такие вещества, как молочная кислота, спирт, углекислый газ, антибиотики, витамины, которые благоприятно воздействуют на организм человека, нормализуют деятельность желудочно-кишечного тракта, препятствуют развитию патогенной микрофлоры, повышают иммунитет.

Огромный интерес вызывает ещё один кисло-молочный продукт - *верблюжье молоко (шубат)*, который с глубокой древности ценится за питательность и лечебные свойства. Академики НАН РК М.Х. Шигаева (1983), К.А. Тулемисова (2004), профессор Г.Н.Дудикова (2001), исследовали микробиоту национальных молочнокислых продуктов, в том числе шубата. Veg O.U.et.al. (1984), установили, что верблюжье молоко предупреждает развитие сахарного диабета, так как в нем содержится высокая концентрация инсулина. Академик Т.Ш. Шарманов (1991) с сотрудниками доказали терапевтическую ценность вер-

блюжьего молока при лечении язвы желудка и гепатита. А К.Ж. Жангабыловым (2002) было проведено успешное лечение хронического энтерита и дизбактериоза кишечника.

Многими исследователями отмечается важное значение обогащения пищевых продуктов антиоксидантами, витаминно-минеральными премиксами, пищевыми источниками, богатыми биологически и физиологически активными веществами, дефицит которых приводит к нарушению пищевого статуса. Кисломолочные продукты, в том числе йогурты в диетическом и лечебном питании по своим функциональным свойствам превосходят молоко. Они содержат все составные части молока в более усвояемом виде. Казахстанский рынок йогуртов постоянно развивается, повышается интерес потребителей к обогащенным и функциональным йогуртам. Имеется достаточно много работ в области производства йогуртов, обогащенных растительными ингредиентами и биологически активными добавками. Расширение их ассортимента возможно за счет введения пищевых обогатителей нового поколения на основе ферментативных шротов, которые проявляют антиоксидантные, иммуномодулирующие и радиопротекторные свойства [5-8].

Применение ферментных препаратов в отраслях пищевой промышленности позволяет интенсифицировать технологические процессы, улучшать качество готовой продукции, увеличивать ее выход, а также экономить ценное пищевое сырье.

### **Общая характеристика, классификация кисломолочных продуктов**

Заслуженной популярностью пользуются у миллионов людей различных стран мира кисломолочные напитки, т.е. молоко, сквашенное различными видами молочнокислых бактерий. Кисломолочные продукты, и, в частности, напитки имеют многовековую историю. Народы Греции и Рима, Индии и Ближнего Востока, Закавказья уже в далекой древности употребляли кисломолочные напитки, которые готовили из коровьего, овечьего, верблюжьего молока. У скифов был известен кумыс – кисломолочные продукты и напитки из кобыльего молока.

Безусловно, каждая из вышеперечисленных категорий функционального питания заслуживает глубокого изучения и отдельного

рассмотрения, а некоторые из них уже теперь могут быть рекомендованы к массовому использованию в нашей стране для поддержания и восстановления здоровья народа. Как известно, концепция оздоровления человека путем включения в рацион кисломолочных продуктов была выдвинута русским микробиологом И.И. Мечниковым почти сто лет назад. По его мнению, продолжительность жизни людей может существенно возрасти при подавлении и элиминации из кишечника гнилостной микрофлоры с помощью молочнокислых микроорганизмов, обладающих высокой антагонистической активностью. [9-10]

Различают две группы кисломолочных продуктов: продукты, получаемые в результате только молочнокислого брожения, и продукты, получаемые в результате смешанного брожения: молочнокислого и спиртового. Представителями первой группы являются обыкновенная и мечниковская простокваша, ряженка, ацидофильное молоко. Эти напитки характеризуются кисломолочным вкусом и достаточно плотным и однородным, без пузырьков газа сгустком. Ко второй группе относятся кефир, кумыс, ацидофильно-дрожжевое молоко. Они обладают кисломолочным вкусом, но более острым из-за содержания небольшого количества спирта и углекислого газа они обладают освежающим эффектом, а сгусток пронизан мелкими пузырьками газа.

*Кумыс*, изготавливаемый из кобыльего молока, является признанным лечебным и диетическим напитком, успешно применяющимся при лечении специфических (туберкулез) и соматических (болезни сердечно – сосудистой, мочеполовой систем, органов дыхания и нарушение иммунитета) заболеваний и патологических состояний человека [11-14].

Многостороннее действие кумыса на организм объясняется его свойствами биостимулятора. Установлено, что он оказывает тонизирующее действие на нервную систему, усиливает окислительно-восстановительные процессы, повышает обмен веществ; возбуждает деятельность сердечно-сосудистой системы и дыхательного центра; нормализует белково-углеводный и водно-солевой обмен, кислотно-щелочное равновесие; усиливает кроветворение, стимулирует лимфообразование, функцию эндокринных желез и желудочно-кишечного тракта; повышает защитную функцию печени, увеличивая в ней запасы гликогена; является иммуностимулятором и адаптогеном. Однако, кумыс является спиртосодержащим напитком.

Кроме традиционного использования в кумысоделении, ценные питательные качества кобыльего молока могут быть использованы в других направлениях. В стране существует большой контингент населения, нуждающийся в адаптированном и обогащенном микронутриентами питании – люди пожилого возраста и работники, выполняющие работы во вредных условиях труда. Для них кобылье молоко – уникальное сырье для производства самого разнообразного ассортимента высокопитательных, биологически полноценных и легкоусвояемых продуктов. Диетические свойства продуктов на основе кобыльего молока (возможный ассортимент: кумыс, йогурты, пастила, сухое молоко и т.д.) обусловлены биологической ценностью белка, жира, высоким содержанием энергетического компонента – лактозы полной переваримостью и усвояемостью всех компонентов молочного сырья [15].

Можно утверждать, что ассортимент продуктов диетического питания на основе кобыльего молока будет эффективен не только у больных и пожилых людей, но и у детей различного возраста в детском и лечебном питании. Особую актуальность имеет использование кобыльего молока для вскармливания детей грудного возраста, каждый третий из которых нуждается в искусственном или смешанном питании. В то же время кобылье молоко является единственным продуктом, который по составу и биологическим свойствам всех основных компонентов высоко идентичен с женским материнским молоком [15].

В зависимости от вида применяемой микрофлоры различают кисломолочные напитки: простокваша, ацидофилин, ряженка, варенец, бифидумбактерин, кефир. *Простокваша* – это кисломолочный напиток, выработанный из пастеризованного молока путем сквашивания его закваской, приготовленной на чистых культурах молочнокислых растений. В зависимости от культур молочнокислых бактерий различают простоквашу обыкновенную, мечниковскую, южную, украинскую (ряженка), ацидофильную и варенец. Обыкновенную простоквашу готовят на чистых культурах молочнокислых стрептококков; она имеет нежный сгусток с освежающим, приятным, слабокислым вкусом. Мечниковская простокваша отличается от обыкновенной более плотным сгустком и кисловатым вкусом. Это объясняется тем, что ее готовят из чистых культур болгарской палочки и молочнокислых стрептококков. Южная

простокваша имеет консистенцию сметаны, слегка вязкую, вкус кисловатый, щиплющий, освежающий. При приготовлении кроме молочнокислых стрептококков и палочек используют дрожжи. Варенец готовят из стерилизованного молока, выдержанного при высокой температуре в течение 2-3 ч (томленого). Варенец имеет плотную, слегка вязкую консистенцию, кисловатый вкус со сладковатым привкусом топленого молока и кремовый цвет. Варенец готовят на тех же культурах, что и мечниковскую простоквашу. Ряженка, или украинская простокваша, кремового цвета, по вкусу и консистенции напоминает сметану, но имеет своеобразный вкус. Сладковатым привкусом напоминает топленое молоко. Жирность ряженки 6%. Для приготовления ее применяют чистые культуры молочнокислого стрептококка. Калорийность ряженки значительно выше калорийности простоквашы.

*Джугурт* вырабатывают на Северном Кавказе (преимущественно в Кабардино-Балкарии). Это отжатое кислое молоко, внешне похожее на сметану или пасту. Жира в нем содержится 12-13%, а воды не более 70 %. Из такого отжатого кислого молока готовят различные блюда. Его можно хранить длительное время для потребления в зимние месяцы в виде сметанообразного продукта «брнацмацун».

*Курунга* - кисломолочный напиток, широко распространенный в Северо-Восточной Азии у бурятов, монголов, тувинцев и других народов. Способ приготовления курунги известен с глубокой древности. Для монголов и тувинцев, которые вели полукочевой образ жизни, летом курунга представляла собой один из важнейших продуктов. Начиная с XVIII в. секрет приготовления курунги узнали и другие народы (буряты, хакасы). Готовят курунгу посредством двойной ферментации – молочнокислой и спиртовой. Содержание алкоголя обычно не превышает 1%.

Кефир, шубат, ряженка, сметана, йогурт, айран, кумыс, творог, сыр, сулугуни, тан, катык, шалап и десятки других, очень разных и очень похожих, но одинаково полезных и ярких по вкусу продуктов.

*Айран* – уникальный кисломолочный продукт, сочетающий в себе концентрат полезных свойств молока при минимальной калорийности. Это т.н. напиток-еда, солоноватый или сладкий, пресный или ароматный – есть сотни рецептов и блюд из этого кисломолочного напитка. Его используют как полноценную основу для окрошки и молочных коктейлей. Из него даже готовят сыроподобный продукт, сузбе, удаляя

остатки сыворотки. Затем из сузбе, посолкой и сушкой изготавливают курт. Айран очень распространенный напиток у народов Средней Азии, на Кавказе, в Татарстане и Башкирии. Готовят из коровьего, козьего и овечьего молока. Он несколько похож на кумыс (при приготовлении используется молочнокислая и спиртовая ферментация). У некоторых народов нашей страны под словом «шалап» подразумевается прохладительный напиток, представляющий собой смесь кислого молока с водой. Узбекский рецепт, например, предусматривает разбавление простокваши холодной переваренной водой в соотношении 1:1, после чего напиток разливают в стаканы со льдом [16].

*Чакка (суему)* - производится в Таджикистане и Узбекистане. Это кисломолочный продукт с удалением определенной части воды. На Балканском полуострове йогурт с давних времен делают из молока овец и буйволиц. Так как в этом молоке белка, жира и углеводов больше, чем в коровьем, йогурт гуще многих других кисломолочных напитков.

С переходом на промышленное производство йогурт стали готовить из коровьего молока, к которому добавляют сухое молоко или частично выпаривают из коровьего молока влагу на вакуум-аппаратах. Закваска, применяемая для производства йогурта, состоит из молочнокислых стрептококков и болгарской палочки. Совместно развиваясь, они дают более высокое содержание молочной кислоты. Йогурт быстро уменьшает жажду, утоляет чувство голода. Он полезен людям всех возрастов, особенно пожилым, беременным и кормящим матерям. Ежедневное употребление йогурта способствует быстрому восстановлению сил, покрывает потребности нашего организма в аминокислотах, солях кальция и др.

*Чал (шубат)* – кисломолочный, сильно пенящийся напиток с чистым кисломолочным вкусом и дрожжевым запахом, готовится из молока верблюдицы. В Туркмении он называется чал, в Казахстане – «шубат». Первоначальной закваской для приготовления этого напитка служит кислое молоко верблюдиц – «катык». Напитку чал приписываются могущественные целебные свойства. Верблюжье молоко ценится за свои питательные и лечебные свойства. Оно характеризуется высоким содержанием витамина С, ниацина и низким содержанием лактозы и холестерина, что особенно важно в диетическом питании людей с пищевой аллергией [16]. По данным Академика Т.Ш. Шарманова, лечебные

свойства верблюжьего молока и шубата (согласно INCO-COPERNICUS) заключаются в лечении нервных расстройств, т.к. оно богато полными аминокислотами, в частности, линоловой и линоленовой.

Целебные свойства верблюжьего молока связаны, прежде всего, со следующими особенностями:

- высокой питательностью, особо ценной при лечении туберкулеза;
- большим содержанием инсулина, позволяющего лечить сахарный диабет, поскольку верблюжье молоко не свертывается в желудке и полностью всасывается;
- присутствием антибактериальных факторов (лактоферрин, иммуноглобулин, лизоцим), простагландинов способствующих заживлению ран при язве желудка;
- большим содержанием линоловой и линоленовой кислот, активных при лечении легких нервных расстройств [17].

*Кисело-млеко* – болгарское кислое молоко, приготовляемое с применением «болгарской палочки», открытой в начале нашего века Стаменом Григоровым. В тайном архиве Людовика XIV были обнаружены свидетельства того, что французский король весьма успешно пользовался в целях исцеления от тяжкого желудочного недуга этим густым белым напитком, который ему привозили из Болгарии в специальных мешках из овечьей кожи.

К числу наиболее молодых кисломолочных напитков относятся ацидофильные напитки. Ацидофильная палочка, которая используется для приготовления ацидофилина и других ацидофильных напитков, – одна из разновидностей молочнокислых бактерий. Она не разрушается под действием пищеварительных соков, лучше, чем другие молочнокислые бактерии приживается в толстых отделах кишечника. Для приготовления ацидофилина используют равные количества ацидофильной палочки, молочнокислого стрептококка и кефирных грибов. Получается тягучий напиток слегка острого вкуса. Ацидофилин выпускают также сладкий, добавляя сахар. В эту же группу напитков входит ацидофильное молоко и ацидофильно-дрожжевое молоко. Как и другие кисломолочные напитки, эта группа – ацидофилин, ацидофильное и ацидофильно-дрожжевое молоко – ценный продукт для питания детей, взрослых и пожилых. Она содержит основные, необходимые для нашего организма пищевые вещества, причем в легкоусвояемой форме [18].

## **Анализ технологических этапов производства различных видов кисломолочных напитков**

Все кисломолочные напитки, в том числе йогурты, вырабатывают по традиционной технологии путем сквашивания подготовленного пастеризованного молока с последующим охлаждением сгустка. В основе технологии кисломолочных продуктов лежат биотехнологические процессы. В зависимости от того, где происходит основная технологическая операция – сквашивание, различают следующие способы производства йогурта:

- термостатный (сквашивание после розлива в таре, в термостатной камере);
- резервуарный (сквашивание в резервуарах).

Выбор способа производства связан в основном с требованиями к консистенции напитков. Плодово-ягодный йогурт вырабатывают только термостатным способом.

При выработке йогуртов термостатным способом заквашенное молоко сначала разливают в мелкую тару, а затем в бутылках направляют в термостатную камеру для сквашивания. Процесс охлаждения производится в дальнейшем, для чего продукт перевозится в холодильную камеру и, если необходимо, то и созревание осуществляется в этой же камере. Отличительная особенность этого способа заключается в том, что процесс сквашивания осуществляется в малых объемах продукта (бутылках, пакетах). В настоящее время термостатным способом вырабатывают все виды простокваши, за исключением варенца и ряженки.

Йогурт вырабатывают преимущественно резервуарным способом. Сквашивание осуществляется в специальных резервуарах для выработки кисломолочных продуктов. Готовый сгусток охлаждается в этой же емкости или на охладителе пластинчатого типа и дальше направляется из этого же резервуара на розлив. Таким образом, все основные операции по выработке продукта происходят в одной единице технологического оборудования. В этом случае исключается наличие термостатных камер и снижается требуемая площадь камер охлаждения. Йогурты, выработанные резервуарным способом, после созревания и перемешивания разливают в потребительскую тару, поэтому сгусток у них по сравнению с термостатным способом нарушенный,

имеющий однородную сметанообразную консистенцию. Кисломолочные продукты в силу специфических свойств и направленного воздействия на организм человека приобретают все большую популярность во всем мире. В основе производства кисломолочных продуктов лежат микробиологические процессы. Следовательно, качество кисломолочных продуктов зависит от качества заквасок, используемых для их производства, что в свою очередь определяется свойствами микроорганизмов, входящих в их состав [22]. Успешное выполнение молочнокислыми бактериями своих функций возможно при их быстром росте в молоке, что характеризуется способностью к сбраживанию молочного сахара и устойчивостью к бактериофагам.

Научные основы по биотехнологии кисломолочных продуктов изложены в трудах известных ученых, академиками НАН РК М.Х. Шигаевой, К.А. Тулемисовой, профессором Г.Н.Дудиковой, академика Т.Ш. Шарманова, К.Ж. Жангабылова, В.М. Богданова, Л.А. Банниковой, Н.С. Королевой, В.Ф. Семенихиной, И.В. Рожковой, И.Н. Пятницыной, В.И. Ганиной, З.С. Зобковой, С.Б. Задояны, А.К. Максимовой, Э.Е. Грудзинской и др.

В последние годы увеличивается объем производства кисломолочных продуктов с длительным сроком хранения. Одним из главных показателей, снижающих качество кисломолочных продуктов в процессе хранения, является излишняя кислотность. Поэтому важное значение приобретает отбор культур по кислотообразующей активности в процессе хранения, т.е. обладающих низкой постокислительной активностью.

Молочные смеси составляют лишь 7% от общего объема импорта продуктов детского питания. Такая структура обусловлена потребительским спросом, который, согласно статистическим данным Министерства здравоохранения РК, ограничен в связи с достаточно высоким процентом в Казахстане детей, вскармливаемых грудью до 6 месячного возраста – свыше 76%.

Казахстанский рынок продуктов питания для детей ориентирован в основном на возрастную группу дошкольного возраста – от трех лет. В этой категории продуктов задействованы преимущественно российские и казахстанские производители, и она делится на следующие ниши:

- творожные десерты с фруктовыми наполнителями Danone («Растишка»), Россия; FOOD MASTER («Сузбе»), Казахстан; Агропродукт («АБВГДейка»), Казахстан;

- йогурты Danone («Растишка»), Россия.

Низкий уровень производства детских молочных продуктов объясняется еще и технологическими особенностями их производства:

- использованием высококачественного молочного сырья, удовлетворяющего требованиям к сырью для производства детских продуктов;
- применением высокотемпературных режимов тепловой обработки молока;
- использованием компонентов (витаминных и минеральных премиксов, фруктовых наполнителей), разрешенных для детского питания;
- соблюдением санитарии и гигиены;
- асептической фасовкой [19-21].

### **Технология приготовления йогурта**

Напиток представляет собой разновидность простокваши, приготовленной из нормализованной смеси с повышенным содержанием сухих обезжиренных молочных продуктов. Его можно вырабатывать с добавлением сахара, ванилина и натуральных плодово-ягодных сиропов и т.д. Отечественная промышленность производит йогурт жирный без сахара, жирный сладкий и жирный плодово-ягодный. Массовая доля жира в йогурте 6; 3,2 и 1,5%. Как говорилось выше, производство йогурта осуществляется резервуарным и термостатным способами. Нормализованную смесь составляют по соответствующей рецептуре из молока цельного с добавлением к нему сливок или обезжиренного молока. Для повышения сухих обезжиренных веществ к нормализованной по жиру смеси добавляют сухое цельное, сухое обезжиренное или сгущенное обезжиренное молоко. Нормализованную смесь очищают, пастеризуют и гомогенизируют при режимах, принятых для выработки кисломолочных напитков. Смесь, охлажденную до температуры 40-45°C, направляют в емкость, где в нее вносят закваску (не менее 5% массы смеси). Закваску приготавливают на чистых культурах термофильного молочнокислого стрептококка и болгарской палочки в соотношении 1:1. Скваживание нормализованной смеси при резервуарном способе производства продолжается 3-4 ч до получения сгустка кислотностью 80°Т. Его немедленно охлаждают до 20°C, тщательно

перемешивают и направляют на фасовку в стеклянную, бумажную или полимерную тару. При термостатном способе производства заквашенную смесь фасуют в стеклянную тару и помещают в термостатную камеру. Сквашивание смеси происходит при температуре 40-42°С в течение 3-4 ч. Полученный сгусток кислотностью 70-80° Т перемещают в холодильную камеру. При производстве йогурта с наполнителями сахар вносят в смесь в виде профильтрованного сиропа перед пастеризацией. Плодово-ягодные сиропы при термостатном способе выработки вносят в процессе заквашивания молока. Смесь тщательно вымешивают до получения однородной закваски и направляют на фасовку. Во избежание получения свернувшихся хлопьев белка заквашенную смесь с сиропом фасуют в бутылки в течение 30-40 мин. При выработке йогурта резервуарным способом плодово-ягодный сироп вносят в готовый и охлажденный сгусток. [22].

### **Пищевая и физиологическая ценность кисломолочных продуктов**

Активизировать защитные силы организма, нормализовать его функции и обмен веществ позволяет правильное, здоровое питание в жизнедеятельности человека. Японские исследователи оценивают три основных параметра функциональных продуктов: пищевая ценность, вкусовые качества и физиологическое воздействие, причем последнее формируется введенными в состав продукта функциональными ингредиентами. Из всего разнообразия продуктов «функционального питания» внимание исследователей в последние годы привлекают в первую очередь кисломолочные продукты, созданные на их основе [32], в частности, кисломолочные продукты. Оздоровление организма человека и обеспечение его активной жизнедеятельности на основе массового использования кисломолочных продуктов с пробиотическими свойствами являются новым перспективным направлением в медицине и нутрициологии, как ее составной части [32].

Йогурты способствуют выведению из организма вредных веществ и, в целом нормализуют пищеварение. Эпидемиологические исследования свидетельствуют о снижении риска заболевания раком кишечника при регулярном потреблении йогуртов. Антимутагенные свойства йогурта связаны с продуктами его ферментации. Японские ученые установили, что йогурты эффективны при лечении легких слу-

чаев радиоактивного облучения. Исследования последних лет показали, что традиционные заквасочные бактерии, входящие в состав йогуртов, губят бактерии, провоцирующие язвы желудка и двенадцатиперстной кишки. Многие исследователи отмечают необходимость ежедневного употребления йогуртов для поддержания в пищеварительном тракте нормальной микрофлоры [34].

### **Перспективы изготовления кисломолочной продукции в Казахстане**

Сегодня рассматриваются новые подходы, которые могут обеспечить качественный рост в отраслях агропромышленного производства, в том числе, в молочной отрасли. Молочное животноводство и молочная промышленность являются одной из важнейших подсистем агропромышленного комплекса Казахстана. Молочная промышленность представляет собой совокупность предприятий, осуществляющих заготовку и комплексную переработку молока на цельное молоко, кисломолочную продукцию, сливочное и топленое масло, сыры натуральные, плавленые, рассольные, брынзу, сухое цельное молоко и др.

В настоящее время в структуре себестоимости молочной продукции доля сырья превышает 60%, рентабельность молокоперерабатывающих предприятий не превышает 5%. При таком положении казахстанского молочного сектора оно заведомо неконкурентоспособно по сравнению с российским и тем более белорусским [23].

В Казахстане велика внутренняя конкуренция между молочными предприятиями на рынке молочного сырья из-за острого дефицита пригодного для переработки сырого молока, высокой сезонности его производства.

Продукция отечественных производителей представлена главным образом продукцией с небольшими сроками хранения (кефиром, сметаной, творогом, молоком пастеризованным и др.), что легко объяснимо. На этом рынке конкуренция в основном на локальных рынках, а в приграничных районах нарастает конкуренция с продукцией из России и Кыргызстана. В Казахстане в последние 20 лет получило развитие производство стерилизованного и УНТ-молока, здесь также высока внутренняя конкуренция между местными и внешняя с российскими, а в последнее время, с белорусскими поставщиками.

Импорт указанного молока достигает 20% общего потребления, речь идет о необходимости защиты и этого рынка молочной продукции.

По статистике в мире, диарейными заболеваниями ежегодно подвержено более 200 млн. детей, в результате употребления не качественной продукцией, и умирают более 90 тыс. от заболеваний пищевого происхождения [23,24].

Кроме некачественной продукции существует ещё ряд опасностей. Так, биологическую опасность представляют микроорганизмы *Salmonella*, *Escherichiacoli*0157:H7, *Cl. Botulinum*, *Listeriamonocytogenes* и др., паразиты - *Trichinella*, *Toxoplasma*, *Giardia* и др., вирусы (*Norovirus*(NoV) и вирус гепатита A (HAV)), дрожжи, плесени [25-28].

К химическим опасностям относятся пестициды (регуляторы роста растений), дезинфицирующие и моющие средства, масла смазочные, токсичные элементы (ртуть, свинец, кадмий, мышьяк и т.д.), микотоксины (афлатоксины, зеараленон, охратоксин и др.), консервирующие вещества, пищевые добавки, вещества, которые помогают облегчить переработку и т. д. [29]. Физические опасности связаны с присутствием инородного твердого материала - металла, осколков стекла, пластика и др.) [30,31].

Актуальность проблемы производства не качественных пищевых продуктов с каждым годом возрастает. Молоко и его продукты переработки являются незаменимыми и полезными в рационах питания для всех возрастных категорий. В последнее время одним из актуальных направлений является расширение ассортимента кисломолочных продуктов, в частности йогуртов с учетом потребительских предпочтений.

**Выводы.** Использование пищевых обогатителей в производстве йогуртов мало изучено. Но их использование в получении обогащенных йогуртов с высоким содержанием биологически активных веществ является перспективным и целесообразным. Молочные продукты являются самыми высокопитательными пищевыми продуктами. Особенно молоко и кисломолочная продукция должны составлять начало рациона питания для детей всех возрастных категорий: раннего, дошкольного и школьного. Молоко и молочная продукция помимо легко усвояемых белков должны содержать легкоусвояемые формы солей кальция и магния, витамины А и В<sub>2</sub>. Производство молока в Казахстане достаточно развито и имеет большие объемы. В соответствии с данными статистики в стране молока за 2015г., было произведено 5,18 млн. т (переработано 40%), в 2014 г. – 5,06 млн. т

(переработано 40%), в 2013 г. – 4,93 млн. т (41%), в 2012 г. - 4,85 млн. т (35%). Лучшими производителями молока являются: Южно-Казахстанская, Восточно-Казахстанская, Алматинская, Северо-Казахстанская области.

Казахстанский рынок продукции питания для детей младенческого возраста представляется в основном иностранными брендами и производителями (Россия (41%), Швейцария (19%), Нидерланды (13%)). В 2010г. на рынок г. Алматы вышел завод «Амиран» (Казахской Академии Питания), он составил около 35% от рынка РК, который осуществляет производство молочной продукции для детей младенческого возраста (начиная с 6 мес.), а также для беременных женщин и кормящих матерей. Это производство существенно влияет на объем потребления продукции детского питания в республике.

Предприятия РК, занимающиеся выпуском молочных пищевых продуктов, чтобы удержать положение на внутреннем рынке, не только гарантируют качество и безопасность продукции, но и предоставляют неопровержимые доказательства этому, исполняя контроль производства, направленный на устранение недоброкачественной и опасной продукции.

Потенциал пищевой промышленности РК позволяет значительно повысить объемы выпуска, обеспечив тем самым как потребности внутреннего рынка, так и экспортные заявки по основным группам продуктов питания. Казахстан имеет реальные шансы стать не только крупным сырьевым экспортером, но и развитой аграрной державой с широкой экспортной линейкой экологически чистой органической сельскохозяйственной продукции. Повышение динамики показателей пищевой промышленности и АПК будет способствовать улучшению качества жизни населения и обеспечению продовольственной безопасности страны.

### **Список литературы**

1. Государственная программа развития здравоохранения «Денсаулық» на 2016-2020гг. [утвержден указом Президента РК от 15 января 2016 г. № 176]ю- Астана, 2016. – 58 с.

2. Послание Президента Республики Казахстан «Стратегия «Казахстан - 2050»: новый политический курс состоявшегося государства», Астана, 14 декабря 2012 г. – 5 с.

3. *Большаков О.В.* Проблемам здорового питания — государственный статус // Молочная промышленность. – 1998.– №2.– С.4–6;
4. *Курмангалиев С.Г.* Индустриально-инновационное развитие молочной отрасли Казахстана – основа повышения ее конкурентоспособности // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2009. – № 3. – С. 29-31.
5. *Шалыгина А.М., Крусь Г.Н., Каткова Н.Н., Тихомирова Н.А.* Молочные продукты для детского и диетического питания: Обзорная информация.– М.: Агропромиздат, 1993.– 36 с;
6. *Шилов А.В., Пирогов А.Н.* Контроль образования молочного-белкового сгустка // Молочная промышленность.– 2009.– №10.– 63 с.;
7. *Buttriss J.* Nutritional properties of fermented milk products // Int. J. Dairy Technol. – 1997.– V. 50, №1.– P. 21–27;
8. *Gerrior S., Putnam J., Bente L.* Milk and milk products: their importance in the American diet // Food Rev.– 1998.– V. 21, №2.– P. 29–37;
9. *Rasic T.L. and Kurman J.A.* Bifidobacteria and Their Role Microbiological Nutritional – Physiological, Medical and Technological Aspects and Bibliography Basel // Boston, Stuttgart,– 1983.– P.295 –301
10. *Sandine W.E., Muralidhara K.S., Elliker P.R. and Endland D.S.* Lactis acid bacteria in food and health A. Review with Special reference to enteropathogenic Esherichia Coli as well as Certain enteric Diseases and their with antibiotics and Lactobacilli // Milk food Technol.–1972.– Vol.35. – № 12.– P.670-691.
11. *Канарейкина С.Г., Ахатова И.А.* Новое направление переработки кобыльего молока: Методические рекомендации//Башкирский ГАУ.– 2015.– 40 с.
12. *Канарейкина С.Г., Ахатова И.А.* Новые подходы к переработке молочного сырья для производства продуктов детского и диетического питания//Уфа: Гилем, Башк. энцикл., 2014.– 136 с.
13. *Шмаков В.* О кумысе и проблемах его производства в Башкирии // Уральские нивы.– 1985.– №7.– С.50.
14. *Пономарёва Н.* Кумыс как лечебное и профилактическое средство // Коневодство и конный спорт.– 1976.– № 9. – С.7.
15. *Ахатова И.А.* Молочное коневодство: племенная работа, технологии производства и переработки кобыльего молока: Монография/Уфа: Гилем, 2004.– 324 с.
16. *Rao M.B., Gupta R.C. & Dastur N.N.* Camel's milk and milk products //Indian Journal of Dairy Science. –1970. –№23: – P.71-78.
17. *Шарманов Т.Ш.* Лечебные свойства кумыса и шубата. Алма-Ата: Ғылым, 1991. [Электронный ресурс]: <http://budu-zdorov.net>, <http://www.codexalimentarius.net/web/accessed>
18. Қазақстан: Ұлттық энциклопедия / Бас редактор Ә. Нысанбаев – Алматы, Қазақ энциклопедиясы.– Бас редакциясы, 1998.– Т.VIII.– 365с.

19. Чумакова И.В. Кисломолочные продукты для детей // Переработка молока. - 2007. - № 11. - С. 47-49.

20. Никифорова Т.Е. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: учебное пособие/Ивановский гос.хим.-техн.ун., Иваново, 2007. – 132 с.

21. Нуржанова А. Профессиональное образование технология молока и молочных продуктов/ Фолиант, Астана-2010/Информационный бюллетень ВОЗ. Безопасность продуктов питания, [Электронный ресурс]: <http://www.who/>.

22. Инихов Г.С. Биохимия молока и молочных продуктов: учебное пособие для вузов / М.: Колос, 1986. – 356 с;

23. Крусь, Г.Н., Храмцев А.Г. Технология молока и молочных продуктов / М.: Колос С, 2007. – 310 с.;

24. FAO and WHO. Food Safety Risk Analysis. An Overview and Frame work Manual.-Rome: Multimedia Service, 2005. – 78 p.

25. Codex Alimentarius Commission. Working principles for risk for food safety for application by governments, 2007. [Электронный ресурс]: [<http://www.codexalimentarius.net/web/>]accessed 26.02.14.

26. Никитченко В.Е., Серёгин И.Г., Никитченко Д.В. Система обеспечения безопасности пищевой продукции HACCP: учеб. Пособие/М.:РУДН, 2010. – 205 с.

27. Требования ко всем организациям в цепи производства и потребления пищевых продуктов» (русская версия). – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2005. – 54 с.

28. Panisello, P.J., P.C. Quantick. "Technical barriers to Hazard Analysis Critical Controil Points (HACCP)." Food Control, 2001. - №12.- P.165-173.

29. Takayoshi A. Cow milk and calcium // Chem. and Educ.– 1998.– V. 48.– №9.– P. 558–560;

30. Salminen S., Ouwehand A.C., Isolauri E. Clinical application of probiotic bacteria // Int. Dairy J.– 1998.– V. 8.– №5/6.– P.563–572;

31. Takayoshi A. Cow milk and calcium // Chem. and Educ.– 1998.– V. 48.– №9.– P. 558–560.

**Велямов М.Т.**, доктор биологических наук, профессор, академик Академии сельскохозяйственных наук Республики Казахстан, академик Российской академии Естественных наук, академик Национальной академии по продовольственной безопасности Российской Федерации

**Дюскалиева Г.У.**, доктор биологических наук, профессор

**Кенжеева Ж.К.**, магистр биологических наук, PhD докторант,  
e-mail: [janar1177711@gmail.com](mailto:janar1177711@gmail.com)

*Р.У. Уажанова<sup>1</sup>, С. Маннино<sup>1</sup>, У.О. Тунгышбаева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

---

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНУТРЕННЕЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ПО СИСТЕМЕ НАССР НА ХЛЕБОПЕКАРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ А РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

---

**Аннотация.** Система контроля пищевой безопасности на основе системы НАССР появилась в Казахстане относительно недавно. В связи с вступлением страны в Томоженный союз, все предприятия отрасли общественного питания, вне зависимости от их формы собственности, размеров и функционала, обязаны разработать, внедрить и следовать правилам, описанным в данной системе. Как правило, для профессионального подхода к созданию системы НАССР и наиболее эффективной работы предприятия в дальнейшем, необходимо обучить сотрудников, ответственных за разработку данной системы. Однако, для наиболее полноценного функционирования системы и понимания механизмов ее контроля, необходимо постоянное повышение квалификации кадров, непосредственно находящихся на производственных участках. В статье рассмотрена эффективность внутреннего обучения по системе менеджмента качества и безопасности. Изучено соотношение частоты проведенного обучения с текучестью кадров. Показано что чем больше стаж у работника, тем с большей отдачей он участвует в системе обеспечения качества и безопасности.

**Ключевые слова:** НАССР, безопасность, пищевая продукция, качество, интегрирование системы, ККТ

• • •

**Түйіндеме.** Тамақ қауіпсіздігін НАССР жүйесі негізінде бақылау жүйесі Қазақстан Республикасында салыстырмалы түрде жақында пайда болды. Еліміздің Кедендік одаққа кіруіне байланысты қоғамдық тамақтандырудың барлық салаларындағы кәсіпорындар, олардың меншік түрі мен мөлшерлерін белгілеуіне қарамастан, аталған жүйені міндетті түрде әзірлеп, енгізіп және ережелерін ұстанулары тиіс. Әдетте, НАССР жүйесін кәсіби құру және одан әрі тиімді жұмыс істеуі үшін кәсіпорын басшылығы өз қызметкерлерін оқытып, әзірлеуге жауапты. Алайда, аталған жүйенің неғұрлым толыққанды жұмыс істеуі мен механизмдерін түсіну, оны бақылау үшін тұрақты түрде тікелей өндіріс учас-

келерінде тұрған кадрлардың біліктілігін арттыру қажет. Мақалада сапа мен қауіпсіздік менеджменті бойынша ішкі оқыту жүйесінің тиімділігі қарастырылған. Өткізілген оқыту шаралары мен кадрлардың тұрақсыздығының жиілік қатынасы зерттелді. Еңбек өтілі неғұрлым жоғары болған сайын қызметкерлер үлкен қайтарыммен сапа мен қауіпсіздікті қамтамасыз ету жүйесіне қатысатыны көрсетілген.

**Түйінді сөздер:** ҚТКБН, тағам өнімдері, қауіпсіздік, сапа, КБН, жүйелерді интеграциялау.

• • •

**Abstract:** The food safety control system based on the HACCP system appeared relatively recently in the Republic of Kazakhstan. In connection with the country's entry into the Customs Union, all enterprises of the catering industry, regardless of their form of ownership, size and functionality, are required to develop, implement and follow the rules described in this system. As a rule, for a professional approach to the creation of the HACCP system and the most effective work of the enterprise in the future, it is necessary to train the staff responsible for the development of this system. However, for the full-fledged functioning of the system and understanding of the mechanisms for its control, it is necessary to constantly upgrade the skills of personnel directly on the production sites. The effectiveness of internal training in the system of quality management and safety is considered. The ratio of the frequency of the training to the turnover of staff was studied. It is shown that the more experience an employee the more efficiently the employee participates in the system of quality assurance and safety.

**Keywords:** HACCP, food safety, quality, system integration, CCP.

**Введение.** За последние 50 лет, система контроля качества (с целью обеспечения населения безопасными пищевыми продуктами) неуклонно растет. Обучение системе безопасности пищевых продуктов, таких как HACCP играют большую роль в практическом применении данных методов на производстве.

Программа анализа рисков и контрольно критических точек (HACCP) получила широкое признание во всем мире как наиболее эффективное средство управления безопасностью пищевых продуктов. Хотя HACCP была подвергнута критике из-за нескольких не рациональных факторов, она по-прежнему представляет ценность для общества, поскольку за последние 15 лет, поспособствовала снижению уровня заболеваний пищевого происхождения (CDC, 2011). Последние изменения в правилах безопасности пищевых продуктов

требуют, чтобы принципы HACCP реализовывались во всех торговых отраслях. К сожалению, мало известно об эффективности обучения системе HACCP и, последующей профессиональной подготовкой знаний, поскольку успех внедрения HACCP зависит от знаний работников, участвующих в поддержании в рабочем состоянии этих программ. Данное исследование ставит своей целью установить эффективность контрольно критических точек (ККТ) путем оценки знаний, полученных от обучения по HACCP лиц, которые непосредственно занимаются управлением ККТ [1].

Если судить о целостной эффективности системы HACCP в целом по стране можно увидеть следующую картину:

согласно данным статистики к 2015г. на 15% снизилась заболеваемость населения Казахстана инфекционными и паразитарными заболеваниями, по сравнению с 2011 г., травмами и отравлениями на 6%. Хотя за данный период болезни органов пищеварения увеличились на 12% [3]. Основа профилактики болезней пищевого происхождения заложена в эффективности систем безопасности пищевых продуктов и системы HACCP [6,10]. (рисунки 1,2).



Рисунок 1 - Структура заболеваемости населения в 2011 г. (данные Министерства здравоохранения и социального развития РК)



Рисунок 2 - Структура заболеваемости населения в 2015 г. (данные Министерства здравоохранения и социального развития РК)

**Цель исследования** - оценка эффективности внутренней подготовки по системе безопасности.

Более глубокое понимание эффективности НАССР на основе оценки профессиональной подготовки знаний, подготовки специалистов по безопасности пищевых продуктов и специалистов-практиков поможет иметь данные, касающиеся аспектов подготовки НАССР, которые могут быть использованы для расширения программ подготовки. Данная информация потенциально может использоваться для рисования корреляции между обучением и изменениями знаний, связанных с безопасностью пищевых продуктов с целью выяснения возможных пробелов в знаниях, которые могут в конечном счете привести предприятия к несоответствующему продукту и соответственно финансовым потерям. Данное исследование может потенциально служить основой для предприятия, «как, когда и кто» должен быть предоставлен и для повышения продовольственной безопасности и прибыли, так как обучение не требует капитальных вложений [1,2]. Кроме того, повышение безопасности пищевых продуктов на основе понимания потребностей в обучении для управления пищевых продуктов может помочь практикам, тренерам и

самое главное привести к улучшению качества жизни человечества. Таким образом, изучение эффективности обучения по системе НАССР на хлебопекарном предприятии А Республики Казахстан является основанием моделирования интегрированной системы менеджмента безопасности.

В качестве экспериментального исследования, эта работа широко обследует результаты обучения знаний по НАССР и его предназначение для получения базового уровня информации, имеющей отношение к знанию по НАССР.

В основу исследования легли следующие задачи:

1. Изучение эффективности обучения по системе НАССР на хлебопекарном предприятии А Республики Казахстан с целью моделирования интегрированной системы менеджмента безопасности на основании международных систем ИСО 9001:2015 и системы НАССР.

2. Участие работника в системе обеспечения безопасности предприятия;

3. Конкретные мероприятия выполнимые работником для обеспечения безопасности пищевой продукции

4. Проверка результативности НАССР в цепочке опасности, определение применимых аспектов

5. Изучение адекватности системы обучения по НАССР.

**Методы исследования.** Исследования проводились путем проведения анкетирования работников предприятия. Анкета ориентирована на изучении мнения работников в области результативности применяемых систем безопасности пищевой продукции, независимо от фактического существования данных систем. Это можно увидеть в вопросе: какие из следующих систем безопасности пищевых продуктов используется на предприятии, чтобы обеспечить безопасность выпускаемой продукции [9]. В вариантах ответа данного вопроса предлагались те системы, которые официально не подтверждены фактическое применение на данном предприятии. Такой подход применялся для выявления человеческого потенциала для предприятия в области безопасности пищевой продукции. В анкете также изучалось соотношение частоты проведенного обучения с текучестью кадров, фактическая результативность разработанных документированных процедур,

различие знаний в области безопасности пищевой продукции между работником, который непосредственно работает на контрольно критической точке и работником которые не несет ответственность за контрольно критическую точку. Вопросы касающиеся контрольно критичеких точек дали возможность изучить информацию по их фактической результативности.

**Исследуемый объект.** Исследуемый объект является одним из крупнейших современных предприятий Республики Казахстан и внедрил систему НАССР в 2008 г. одним из первых. Изменения реализации готовой продукции хлебопекарного предприятия А за последние годы в натуральном выражении выглядит следующим образом (рисунок 3):

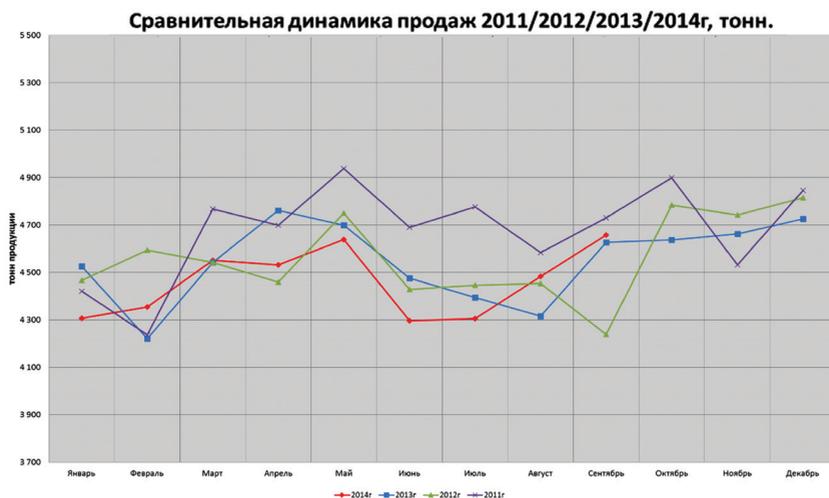


Рисунок 3 - Динамика продаж с 2011 по 2015 гг.

Все начинается с момента, когда руководитель принимает решение перестроить всю систему управления с ориентацией на качество и безопасность [4]. Сегодня весь персонал предприятия ориентирован выпускать качественную и безопасную продукцию. Анализ жалоб на качество и безопасность продукции данного предприятия после внедрения системы НАССР выглядит следующим образом (рисунок 4):

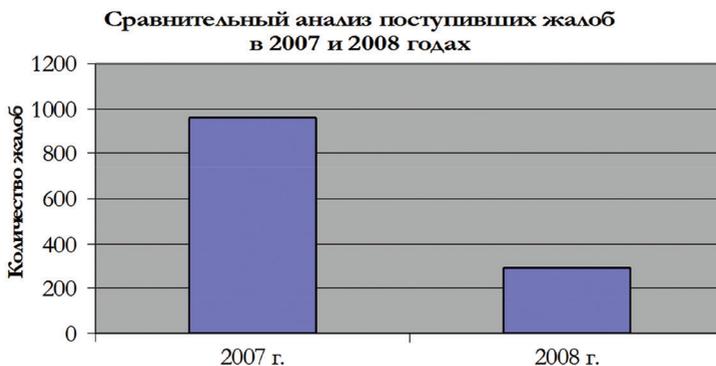


Рисунок 4 - Поступление жалоб на предприятие 2007-2008 гг.

### Результаты исследования.

Для создания моделирования интегрированной системы менеджмента качества и безопасности на основании ИСО 9001:2015 и системы НАССР была создана данная блок-схема процесса производства (блок-схема 1):

### Блок-схема 1.





### Результаты исследования.

По результатам исследования на данном предприятии в основном проводят обучение по системе анализа опасностей и контрольно критическим точкам, необходимо расширить объем информации для более глубокого понимания системы менеджмента безопасности (рисунок 5).



Рисунок 5 - Соотношение применяемых систем обучения персонала на предприятии

Согласно документированной процедуре предприятия обучение проводятся один раз в год. Те работники, которые недавно устроились на работу, в основном отвечали один раз в квартал или один раз в полгода, так как работники путают вводный инструктаж по системе НАССР с обучением (в компании всем вновь принятым работникам проводят вводный инструктаж по системе НАССР, по политике предприятия в области системы менеджмента безопасности) (рисунок 6). Тем не менее оставлена рекомендация придерживаться определенного соотношения частоты проведенного обучения с текучестью кадров. То есть, в случае повышения текучести кадров необходимо увеличить частоту проведения обучения.



Рисунок 6 - Частота обучения персонала

Согласно блок схеме №1 на технологическом процессе производства помимо ККТ также имеются контрольные точки (КТ). Это те процессы, которые также необходимо контролировать, но по характеристике не относится к ККТ. Они обозначены как контрольные точки (рисунок 7). Данный опрос проводился для изучения ответственности работников, которые непосредственно ответственны за контрольные и контрольно-критические точки. По результатам опроса все работники чувствуют свою ответственность в системе обеспечения безопасности производимого продукта.

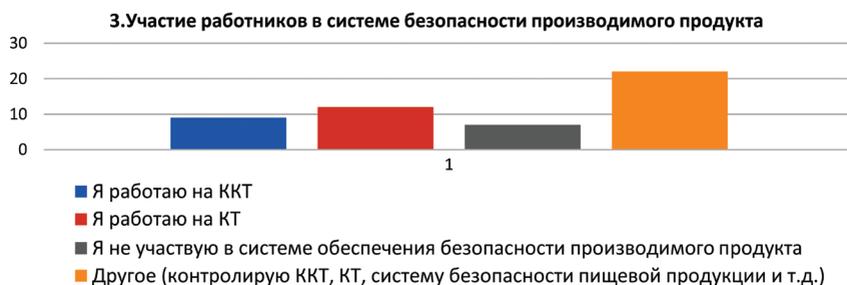


Рисунок 7 - Соотношение работников участвующих в системе безопасности продукта

Также все участвующие работники осведомлены о характере микробиологической опасности, возникающий при нарушении критического предела (таблица 2):

**Таблица 2**

| Вопросы/ответы   | Да | Нет | Я не знаю | Другой ответ |
|--|----|-----|-----------|--------------|
| Проводятся ли мероприятия по мониторингу согласно инструкции/положения/процедуре | 50 | -   | -         | -            |
| Вы знаете критический предел контрольно критической точки, с которой работаете   | 50 | -   | -         | -            |
| Ведете ли вы какие то записи по мониторингу ККТ                                  | 42 | 8   | -         | -            |

Из участвовавших работников в исследовательском проекте 83% имеют стаж на данном предприятии от 6 до 10 лет, остальные 17% имеют стаж менее чем 5 лет.

### **Выводы.**

В результате исследования все поставленные задачи изучены и сделаны следующие выводы:

1. Изучение эффективности внутреннего обучения по системе менеджмента безопасности является основанием для моделирования интегрированной системы менеджмента безопасности и качества на основании международных систем ИСО 9001:2015 и системы HACCP;

2. От обучения зависит эффективность внедренной системы обеспечения безопасности производимой продукции;

3. Частота проведенного обучения соответствовала с текучестью кадров. То есть, в случае повышения текучести кадров увеличилась частота проведения обучения;

4. Степень участия работников в системе обеспечения безопасности в основном зависит от стажа работников на предприятии – чем больше стажа, тем с большей отдачей работник участвует в системе безопасности производимой продукции.

Исходя из разных систем – система менеджмента качества, система экологического менеджмента, система HACCP, международные, традиционные, отечественные, предприниматель может из каждой системы взять для внедрения те изюминки, которые подходят для его производства, для менталитета того народа, который у него трудятся, для своей инфраструктуры и создать свою собственную интегрированную систему менеджмента. Система на предприятии разрабатывается на основании самой главной логики – обеспечение общества качественной, безопасной полезной продукцией, а предприятия прибылью.

### **Список литературы**

1. *Anandappa, Marienne A.* Evaluating food safety systems development and implementation by quantifying haccp training durability, Theses and Dissertations--Animal and Food Sciences.Paper 19, 2013.- [Электронный ресурс]: [http://uknowledge.uky.edu/animalsci\\_etds/19](http://uknowledge.uky.edu/animalsci_etds/19)

2. *Kahindi, Bright Barestus*, "Food Safety Management Practices of Small and Medium Sized Food Industry Enterprises in Tanzania" Masters Theses & Specialist Projects. Paper 1562., 2016.- [Электронный ресурс]: <http://digitalcommons.wku.edu/theses>

3. Robell Tehnology SPB, Официальный сайт завода Оргполимерсинтез, [Электронный ресурс]: <http://gorstat.gov.kz>

4. *Bortanova Zh., Uazhanova R.U., Bektemisova Zh., Tungishbaeva U., Kazhymurat A., Mukhamedieva M., Ualiulla B.* The role of international food safety standards in the rules of the world trade organization. - 2017. - 33p.

5. *Тунгышбаева У.О.* Моделирование интегрированной системы менеджмента безопасности хлебопекарного предприятия, materials of the international scientific – practical conference Quality management: search and solutions, Shanghai, China, 2016.- [Электронный ресурс]: <http://regionacadem.org>

6. *Кантере В.М., Матисон В.А., Хангажеева М.А.* Система безопасности продуктов питания на основе принципов HACCP: монография. - М.:РАСХН, 2004. - 461 с.

7. *Донченко Л.В., Надыкта В.Д.* Безопасность пищевой продукции. -М.:Делипринт, 2005. - 521 с.

8. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов HACCP. Общие требования. СТ РК 1179 – 2003. - [Электронный ресурс]: <http://online.zakon.kz>

**Уажанова Р.У.**, доктор технических наук, PhD

**Маннино С.**, кандидат химических наук

**Тунгышбаева У.О.**, докторант, e-mail: [ulbala\\_84@mail.ru](mailto:ulbala_84@mail.ru)

# СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

---

---

МРНТИ 68.41.05

*З.А. Латыпова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт,  
г. Алматы, Казахстан

## ОЦЕНКА СИСТЕМЫ ЭПИЗООТИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА ПОЧВЕННЫМИ ОЧАГАМИ СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ В КАЗАХСТАНЕ

---

---

**Аннотация.** Приведена оценка эпизоотологического надзора за почвенными очагами сибирской язвы в Казахстане, которая выполнена с целью выявления сильных и слабых сторон по системе, разработанной Центром по контролю и профилактике заболеваний США (CDC). Характеристики этих программ оценивались с помощью соответствующих инструкций. Система является полезной и гибкой, но достаточно непростой. В ходе исследовательских работ выяснялось, что качество данных слабое, но приемлемость и чувствительность (84%), своевременность системы хорошая, показательность удовлетворительная. При этом отсутствует качественная статистическая обработка данных. Имеются неустановленные почвенные очаги сибирской язвы. Финансирование исследований при помощи данной системы осуществлялось из средств республиканского и местного бюджетов.

**Ключевые слова:** сибирская язва, эпизоотический надзор, оценка, приемлемость, чувствительность.

• • •

**Түйіндеме.** Мақалада жүйенің күшті және әлсіз жақтарын анықтау мақсатында жүргізілген Қазақстандағы сiбiр жарасын iндеттанулық қадағалауды бағалау мәселесi қарастырылған. Осы бағдарламалардың сипаттамалары АҚШ-тың iндеттi бақылау және алдын алу жөнiндегi орталықтардың нұсқауларына сәйкес бағаланды. Жүйе пайдалы және икемдi, дегенмен оңай деуге келмейдi. Деректердiң сапасы әлсiз, қолайлы, сезiмтал (84%), жүйенiң уақытылы жақсы болуы, қанағаттанарлықтай көрсеткiшке ие. Деректердi сапалы статистикалық өңдеу келтiрiлмеген. Сiбiр жарасының белгiсiз топырақ ошақтары келтiрiлген. Жүйенi республикалық бюджеттен, сонымен қатар жергiлiктi бюджеттен қаржыландырылады.

**Түйiндi сөздер:** сiбiр жарасы, шдеттанулық бақылау, бағалау, қолайлылық, сезiмталдық.

**Abstract.** The article provides an assessment of epizootological surveillance of anthrax in Kazakhstan, which was performed in order to identify the strengths and weaknesses of the system. The characteristics of these programs were assessed using the instructions of the US Centers for Disease Control and Prevention. The system is useful and flexible, but not simple enough. Data quality is poor, acceptability, sensitivity (84%), the timeliness of the system is good, the demonstration is satisfactory. There is no qualitative statistical data processing. There are unidentified soil sources of anthrax. The system is financed from the republican budget, in a timely manner, as well as from the local budget.

**Key words:** anthrax, epizootological surveillance, assessment, acceptability, sensitivity.

**Введение.** Сибирская язва - это особо опасная для людей и животных инфекция, характеризующаяся тяжелой интоксикацией организма, лихорадкой, поражением лимфатического аппарата, протекает в виде кожной, редко кишечной, легочной и септической формы. Болезнь поражает чаще всего кожу, реже - внутренние органы [1-3].

Основным местом сохранения бактерии сибирской язвы является почва, где возбудитель может сохраняться более 70 лет и в это время являться потенциальным источником заражения для сельскохозяйственных животных.

Согласно данным Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (МСХ РК), на территории страны в 2017 г. выявлено 2612 почвенных очагов сибирской язвы, где с 1948 по 2012 гг. пало более 25000 голов сельскохозяйственных животных и зарегистрировано около 2 000 случаев заболевания людей. Несомненно, контроль за особо опасным заболеванием является приоритетным для системы здравоохранения страны.

Наибольший риск заражения животных и людей был отмечен в Южно-Казахстанской и Жамбылской областях. Только в Южно-Казахстанской области (Толембийский, Ордабасинский, Сырыагаш, Туркестанский районы), в Восточно-Казахстанской области (Жарминский, Шемонаихинский районы), в Жамбылской области (Байзакский район), в Западно-Казахстанской области (Сарымский, Жанибекский районы), в Актюбинской области (г. Эмба), случаи заболевания населения отмечены в 217 населенных пунктах.[4].

Все приграничные с Казахстаном государства неблагоприятны по сибирской язве. В Российской Федерации насчитывается более 35000 стационарно - неблагоприятных по сибирской язве пунктов. Ежегодно случаи заражения отмечаются в Китае, Киргизии, Монголии, откуда инфекция может завозиться с животными и продуктами животноводства [5-7].

За 2016 г. зарегистрировано 5 случаев заболевания сибирской язвой крупного рогатого скота. Причиной заражения животных, по мнению специалистов, был выпас коров вблизи открытого скотомогильника, другой причиной заражения послужила неэффективность вакцинации. В результате вынужденного убоя больных животных и разделке мяса болезнью заразились 19 человек, 3 из которых скончались. В связи с этим, неизменно существует необходимость проведения оценки качества системы эпизоотического надзора за почвенными очагами этого серьезного заболевания.

**Методы исследования.** Оценка системы эпизоотического надзора за почвенными очагами сибирской язвы проводилась с ноября 2016 по январь 2017 г. Осуществляли оценку системы, согласно протокола по оценке эпидемиологического надзора, разработанного Центром по контролю и профилактике заболеваний США (CDC) [8,9]. Оценка системы включала: сбор информации о работе системы эпизоотического надзора и опрос сотрудников, участвующих в эпизоотическом надзоре; работу и анализ с нормативной документацией, приказами, методическими рекомендациями, регулирующими эпизоотический надзор; описание оцениваемой системы эпизоотического надзора; разработку выводов и рекомендаций.

В работе использовали ветеринарно-санитарные правила, методические рекомендации, приказы, акты, отчеты, журналы регистрации. Систему эпизоотического надзора за почвенными очагами сибирской язвы оценивали по 10 предложенным показателям: полезность, простота, гибкость, качество данных, прогнозируемость, чувствительность, своевременность, приемлемость, репрезентативность и стабильность.

**Результаты исследования. Краткое описание системы эпизоотического надзора**

Эпизоотический надзор за почвенными очагами сибирской язвы осуществляли специалисты ветеринарной службы МСХ РК, которые

провели эпизоотологическое обследование угрожаемой по сибирской язве территории. На данных территориях в СНП ветеринарная служба МСХ РК (КВКН МСХ РК, МИО ветеринарные подразделения при акиматах) совместно со специалистами областных и районных департаментов Комитета по защите прав потребителей Министерства национальной экономики (КООЗ МЗ РК), органами управления здравоохранением разрабатываются программы (комплекс мероприятий) по профилактике сибирской язвы сроком на пять лет с ежегодной корректировкой и утверждением органом исполнительной власти.

**Цель** применяемой системы - осуществление противоэпизоотических (профилактических) мероприятий по предупреждению случаев заболевания сибирской язвой сельскохозяйственных животных.

Установлено 8 форм учета и отчетности, которые применяют в системе эпизоотологического надзора. Эти данные хранятся в бумажном и электронном варианте в ветеринарном отделе при акиматах (местный исполнительный орган - МИО), а также в районных департаментах территориальной инспекции комитета ветеринарного контроля и надзора. Информация передается в виде таблиц, отчетов и актов комиссионного выезда по обследованию сибиреязвенного захоронения в письменной и электронной форме. Данные анализируются каждый квартал и в конце года. Данные с районов направляются в МИО областей и городов, а также в теринспекции КВКН, где они анализируются и предоставляются на национальный уровень в МСХ РК. Отчеты распространяются посредством электронной почты и на бумажном носителе. Отчеты раздаются специалистам, занимающимся сибирской язвой, для оценки эффективности проводимых мероприятий и прогнозирования развития эпизоотической ситуации в республике.

В случае выявления сибирской язвы среди животных или трупов зараженных животных, акиматом создается комиссия, в которую включаются представители местных исполнительных органов, ветеринарной службы (Управление ветеринарии и Территориальная инспекция) района, специалисты КООЗ МЗ РК и НПЦЗЕМ, которые устанавливают географические координаты, границы и площадь стационарно неблагополучного пункта (СНП), эпизоотического очага, с регистрацией в журнале регистрации СНП. По результатам эпизоотологического расследования очагов составляется акт с указанием при-

чинно-следственной связи формирования очага сибирской язвы. При снятии карантина составляется акт с указанием динамики случаев заболевания животных и людей, дат и количества павших животных, по видам проведенных ветеринарно-санитарных и санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Акт составляется в трех экземплярах, один из которых остается в хозяйствующем субъекте, а другие направляются в государственные органы в области ветеринарии и в районный (областной) департамент КООЗ МЗ РК на соответствующей административной территории. В результате проведенных работ очаги обеззараживаются и обустройстваются в соответствии с инструкцией. Места захоронений учитываются при строительстве инфраструктур и коммуникаций (трассы, скотопробные маршруты, посевные участки) и т.д.

Основные задачи, поставленные перед системой - это учет почвенных очагов сибирской язвы, выявление старых почвенных очагов, определение географических координат и внесение данных в ветеринарно-санитарную карточку, контроль за обустройством и содержанием почвенных очагов, а также профилактическая вакцинация всего восприимчивого поголовья сельскохозяйственных животных и контроль за качеством вакцины.

Для оценки системы эпизоотического надзора за почвенными очагами сибирской язвы (ПО) использовали следующие характеристики системы:

*Полезность* - система является полезной для планирования профилактических мероприятий уполномоченным органом по предупреждению случаев заболевания среди людей и сельскохозяйственных животных. Данные системы учитываются уполномоченными органами при строительстве коммуникаций, дорог, инфраструктуры и другой хозяйственной деятельности. Также эти данные можно использовать для ГИС технологий, чтоб улучшить эпизоотологический надзор за заболеванием.

*Простота* - система не является самой простой. Определение потерянных почвенных очагов достаточно трудоемкий процесс - возможны неточности координат и ориентиров. Неточности географических координат ПО, представленных в архивах, могут иметь разброс от 1-ой до сотни километров, что усложняет поиски неустановленных, потерянных ПО. Отсутствие лабораторного подтверждения ПО не

дает гарантии, что место захоронения действительно является ПО сибирской язвы. Объем времени, необходимый для сбора информации, и численность лиц, участвующих в обслуживании данной системы, непрофессиональное отношение или неопытность некоторых сотрудников, работающих в районах, также усложняют работу системы.

*Гибкость* - система является достаточно гибкой. Есть возможность менять существующие планы, количество персонала и финансирование. Также есть возможность использовать исторические данные о захоронениях, а также привлекать к работе научные кадры.

*Качество данных* - информация поступает своевременно, и ее можно получить по каждому индивидуальному случаю. Сбор и анализ данных отчетов (еженедельных, ежемесячных, квартальных, полугодовых, годовых), с разработкой предложений по достижению поставленных целей, взаимообмен информацией с заинтересованными службами проводится в течение года. Однако, отсутствие централизованной базы сбора данных, бумажное заполнение данных, предоставление неполных и неточных данных (например, географические координаты), по причине отсутствия GPS навигаторов, увеличивает степень вероятности внесения информационных ошибок. Также в системе отсутствует статистический анализ данных.

*Приемлемость* - системы хорошая, так как заболевание является важным для общественного здравоохранения.

*Чувствительность* - системы высокая. Определялась чувствительность, как способность системы эпизоотического надзора достоверно определять почвенные очаги по сибирской язве в стране (чувствительность = выявленные случаи/существующие случаи x 100).

Всего почвенных очагов по сибирской язве (распространенность) - 2612;

Всего случаев (установленных очагов) - 2249;

Чувствительность -  $(2248/2612) \times 100 = 86\%$ .

Определить чувствительность по заболеванию сибирской язвой среди животных не получилось, из-за отсутствия данных о подозрительных случаях по данному заболеванию.

*Показательность* - системы удовлетворительная, все случаи заболевания выявляются. Но в большинстве стационарно-неблагополучных пунктов слабо налажен должный учет и контроль состояния почвенных очагов, зачастую утрачены документы первичного учёта. В

связи с этим существует высокий риск заражения животных и людей, связанный с наличием неучтенных сибиреязвенных захоронений.

*Своевременность* - системы хорошая, так как между случаем сибирской язвы и отчетом о нем, по его контролю и предупреждению проходит в зависимости от случая от нескольких часов до нескольких дней.

*Ресурсы, используемые для работы системы (непосредственные расходы)* - финансирование системы осуществляется из средств республиканского, а также местного бюджетов.

**Выводы и рекомендации.** В общем, система выполняет поставленные задачи, но при введении некоторых модификаций можно было бы снизить риски возникновения и распространения сибирской язвы среди животных. Необходимо продолжать уточнения почвенных очагов сибирской язвы, актуализировать сам кадастр пунктов по сибирской язве и вносить все координаты таких захоронений в государственную информационную систему Земельного кадастра. Для усовершенствования эпизоотического надзора за очагами сибирской язвы необходимо использовать ГИС-технологии - электронные карты, включающие следующие базовые слои: административные границы изучаемых регионов и районов, рельеф территории, состав почв, гидрографию, населенные пункты и СНП. Для мониторинга и правильного планирования эпизоотических мероприятий необходимо применять статистический анализ данных.

### Список литературы

1. *Водяницкая С.Ю., Водопьянов А.С., Киреев Ю.Г., Водопьянов С.О., Айдинов Г.В., Швагер М.М., Гайбарян К.С., Половинка Н.В., Иванова Н.Г.* Совершенствование эпидемиологического надзора за сибирской язвой на территории Ростовской области на основе геоинформационной системы // Современные аспекты изучения особо опасных и других инфекционных болезней: матер. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Ростовского-на-Дону науч.-иссл. противочум. ин-та. -Ростов н/д. – МиниТайп, 2014. - С. 34-38.

2. *Киреев Ю.Г.* Влияние почвенно-климатических и антропогенных факторов на формирование и активность почвенных очагов сибирской язвы: автореф. -. М., 1990. - 15 с.

3. *Маринин Л.И., Онищенко Г.Г., Кравченко Т.Б., Дятлов И.А., Тюрин Е.А., Степанов А.В., Никифоров В.В.* Сибирская язва челове-

ка: эпидемиология, профилактика, диагностика, лечение. -М., Гигиена, 2008. - 416 с.

4. Султанов А.А., Горелов Ю.М., Сущих В.Ю. и др. Почвенные очаги сибирской язвы в Республике Казахстан. Порядок организации и проведения мероприятий по подготовке проб к исследованию. Методические рекомендации. -Алматы, 2015. – С. 11-14.

5. Дугаржапова З.Ф., Чеснокова М.В., Родзиковский А.В. Анализ эпизоотолого- эпидемиологической ситуации по сибирской язве в Сибири в 2000-2011 гг. и прогноз на 2012-2015 гг.// Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. - 2012.- №2(84), ч.1. - С. 85-87.

6. Черкасский Б.Л. Эпидемиология и профилактика сибирской язвы. - М.: ИНТЕРСЭН, 2002. - 384 с.

7. Эпидемиологическая ситуация по сибирской язве в Российской Федерации: анализ заболеваемости в 2010 г., прогноз на 2011 г. / Проблемы особо опасных инфекций. - 2011. - Вып. 107. -С. 42 - 44.

8. Campos-Outcalt D, England R, Porter B. Reporting of communicable diseases by university physicians. Public Health Rep 1991;106:579-583. Centers for Disease Control. Case definitions for public health surveillance. MMWR1990;39(RR-13):1-43.

9. Основы эпидемиологического надзора. Эпидемиологический надзор, Гл.5, [Электронный вариант]: <http://pubhealth.spb.ru/EpidD/epidD5.htm#intro>.

**Латыпова З.А.**, ведущий научный сотрудник, отдел по разработке методов исследования и контроля продукции и сырья животного происхождения, e-mail: [zalinal@list.ru](mailto:zalinal@list.ru).

**Источник финансирования исследований:** Работа выполнена в рамках Программы Прикладной Эпидемиологии (FETP) CDC.

Б.Т. Мамбетов<sup>1</sup>, Б.Д. Майсупова<sup>1</sup>,  
Н.С. Келгенбаев<sup>1</sup>, Д.А. Досманбетов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства  
и агролесомелиорации,  
Алматинский филиал, г. Алматы, Казахстан

---

---

## ИСТОРИЧЕСКИЕ ФАКТЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ШЫМКЕНТСКОГО ДЕНДРОПАРКА

---

---

**Аннотация.** Описана история создания дендропарка, выявлена площадь. Цель исследования - определение количественного состояния произрастающих древесно-кустарниковых растений и их видового состава в Шымкентском дендропарке. Определено функциональное назначение территории парка с распределением на экспозиционное, научное, общественно-экскурсионное и административно-хозяйственные зоны. Выявлены и определены названия декоративных, интродуцентов, как *Sapindus saponaria* L., *Parrotia persica* (DC.) C.A. Mey., *Liriodendron tulipifera* L., *Ziziphus jujuba* Mill., *Tetradium daniellii* (Benn.) T.G. Hartley, *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. и др. Проведен учет количества произрастающих древесных и кустарниковых видов с определением их общего состояния, а также выявлены произрастающие редкие виды растений. Указаны предлагаемые хозяйственные мероприятия по всему парку и распределение деревьев и кустарников по возрастным категориям. Даны рекомендации по дальнейшему улучшению состояния дендропарка.

**Ключевые слова:** дендрология, древесно-кустарниковые виды, лиственные, хвойные, лесная таксация.

• • •

**Түйіндеме.** Зерттеу мақсаты - Шымкент дендросаябағында өсіп жатқан ағаш-бұталы өсімдіктердің және олардың түрлік құрамын, санын анықтау болып табылады. Дендросаябақтың құрылу тарихы мен олардың ауданы анықталып, сипатталған. Саябақ аумағының функционалды бағыты экспозициялық, ғылыми, қоғамдық-экскурсиялық және әкімшілік-шаруашылық аймақтарға бөлінуімен анықталды. Көптеген *Sapindus saponaria* L., *Parrotia persica* (DC.) C.A. Mey., *Liriodendron tulipifera* L., *Ziziphus jujuba* Mill., *Tetradium daniellii* (Benn.) T.G. Hartley, *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. сияқты сәндік және интродуцент өсімдіктердің атаулары анықталды. Өсіп жатқан

ағаш-бұталы өсімдіктердің жалпы жағдайы анықталумен қатар, олардың есебі жүргізілді және сирек кездесетін өсімдіктердің түрлері анықталды. Барлық саябақ бойынша ұсынылатын шаруашылық іс-шаралары белгіленіп, ағаштар мен бұталар жас санаттары бойынша көрсетілді. Дендро саябақтың жағдайын одан әрі жетілдіру мақсатында ұсыныстар берілді.

**Түйінді сөздер:** дендрология, ағаш-бұта түрлері, жапырақтылар, қылқандылар, ормандық таксация.

• • •

**Abstract.** The purpose of the study is to determine the quantitative state of the growing woody-shrubby plants and their species composition in the Shymkent dendrological park. The history of creation of a dendrological park is described, their area is revealed. The functional purpose of the park territory is determined with distribution to the exposition, scientific, public and excursion and administrative-economic zones. Identified the names of decorative, introducents, such as *Sapindus saponaria* L., *Parrotia persica* (DC.) C.A. Mey., *Liriodendron tulipifera* L., *Ziziphus jujuba* Mill., *Tetradium daniellii* (Benn.) T.G. Hartley, *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. and others. The number of growing tree and shrub species has been recorded with the determination of their general condition, and rare plant species have been identified. The proposed economic measures for the entire park and the distribution of trees and shrubs by age categories are indicated. Recommendations are given for further improvement of the dendrological park.

**Key words:** dendrology, tree and shrub species, deciduous, coniferous, forest inventory.

**Введение.** Закладка Шымкентского дендропарка на месте бывшей городской мусорной свалки началась в 1979 г. по решению первого секретаря обкома партии А.Аскарова. Сегодня для горожан он имеет особое научное, учебное, культурно-просветительское и опытно-производственное значение. Это единственный в мегаполисе полноценный парк. Он занимает площадь 117,04 га (в том числе: зеркало озера 3,0 га) без учёта площади резиденции (8,7 га). Шымкентский дендрологический парк переведён в государственную коммунальную собственность. Постановлением Акима области дендропарк приобрел статус государственного казенного коммунального предприятия. Органом управления определено управление природных ресурсов и регулирования природопользования Южно-Казахстанской области.

На площади 117,04 га (Государственный акт № 144534 от 04.12.2009г.) за период 1979-90 гг. было высажено около 500 тыс. деревьев и кустарников, приблизительно 1360 видов, форм, сортов и

гибридов – представлявших флору разных географических зон мира (Материалы дендропарка).

В середине 90-х годов прошлого столетия при развале организационно-хозяйственных связей дендропарк оказался под угрозой исчезновения из-за засухи, а также вышедшей из строя системы полива, очень низкого финансирования и соответственно, отсутствия надлежащего систематического санитарного ухода за насаждениями. В итоге – более 70% высаженных деревьев - погибло. Парк потерял уникальные березовые и вязовые рощи и другие многие виды высаженных древесно-кустарниковых растений.

Кроме того, на наш взгляд: усыхание и последующая гибель древесно-кустарниковой растительности, в дополнение вышесказанному, происходит по причине того, что корни растений достигли горизонта залегания отходов «бывшей свалки» и некоторые из её компонентов (отходов) могли негативно повлиять на жизнь растительности.

В последние два-три года в дендропарке велись восстановительные работы и мероприятия по окультуриванию насаждений (формированию штамба, санитарной прочистке подлеска и т.п. работы). В результате чудом удалось спасти тюльпанное дерево, привезённое из Северной Америки.

Территория Шымкентского дендропарка имеет большую и разветвлённую водопроводную систему полива, при этом наиболее «организованный» полив осуществляется (только в восточной части парка в общественно-экскурсионной зоне) с применением разбрызгивателей и соответственно с высоким коэффициентом полезного действия 0,8-0,9. В остальных частях парка, полив осуществляется системой «напуска» за счёт самотёка воды – т.е. с очень низким КПД-0,2-0,3.

**Методы исследования.** С 2015 г. силами «КазНИИЛХА» по договорённости с Управлением природных ресурсов и регулирования природопользования ЮКО, проведены работы по инвентаризации существующих насаждений Шымкентского дендрологического парка. Проведён обмер граничных точек парка системой GPS. Общая площадь составляет 117,04 га. Проведено подеревное таксационное обследование насаждений и выполнена камеральная обработка материалов. На обследованной территории выявлено 213 основных видов произрастающих древесно-кустарниковых пород [1]. Выполнена камеральная статистическая обработка материалов с составлением таблиц по фенологическим таксационным показателям, т.е. по

классам возраста, высоте, диаметру и состоянию существующих насаждений в целом по дендропарку и в разрезе участков.

**Результаты исследования.** Территория Шымкентского дендропарка по функциональному зонированию распределяется на следующие зоны (таблица 1).

**Таблица 1 - Функциональное зонирование территории парка**

| № | Функциональное назначение территории | %     | Площадь, %                   |
|---|--------------------------------------|-------|------------------------------|
| 1 | Экспозиционное                       | 31,2  | 36,42                        |
| 2 | Научное                              | 20,8  | 24,34                        |
| 3 | Общественно-экскурсионное            | 24,9  | 30,14 (в т.ч. озеро -3,0 га) |
| 4 | Административно-хозяйственное        | 23,1  | 26,14                        |
|   | Всего                                | 100,0 | 117,04                       |

- *Экспозиционное предназначение* - группирование насаждений по экспозициям имеющим коллекционно-селекционное значение, с группированием по региональному принципу, ландшафтное флористическое группирование насаждений по породному составу и т.п.;

- *Научное предназначение* - группирование насаждений в научных целях, лесные питомники, маточные семенные плантации, лесокультурные площади, плюсовые деревья и объекты научно-исследовательской деятельности;

- *Общественно-экскурсионное предназначение* - группирование насаждений для экскурсионного, познавательного посещения и отдыха населения;

- *Административно-хозяйственная предназначение* – площади, находящиеся под конторой, кордонами, хозяйственными площадками, складами, дорогами, тротуарами, входными группами, зданиями и сооружениями.

На перспективу возможно перераспределение площадей за счёт: а) освоения лесокультурных площадей, б) перевода экспозиций в общественно-экскурсионную зону, в) закладки новых лесных питомников с ограждением, е) создание кольцевой дороги парка.

Ассортимент древесно-кустарниковых видов произрастающих на территории Шымкентского дендрологического парка представлен с указанием их названий на казахском, русском и латин-

ском языках [2,3]. Из 211 произрастающих видов, 142 представлены древесными: наиболее интересные – это сапиндус мыльный (*Sapindus saponaria*); Парротия персидская (*Parrotia persica*); Лириодендрон тюльпанный (*Liriodendron tulipifera*); Зизифус настоящий (*Ziziphus jujube*), Эводия хубейская (*Tetradium daniellii*); Бруссонетия бумажная (*Broussonetia papyrifera*) и др. Так существует несколько видов дуба, как черешчатый (*Quercus robur* L.), каштанolistный (*Quercus castaneifolia* C.A. Mey.), пушистый (*Quercus pubescens* Willd.), белый (*Quercus alba* L.), скальный (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), крупноплодный (*Quercus macrocarpa* Michx.), монгольский (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.), звездчатый (*Quercus stellata* Wangenh.). Имеются несколько видов каркаса, как кавказский (*Celtis caucasica* Willd.), китайский (*Celtis sinensis* Pers.), западный (*Celtis occidentalis* L.). Кустарники представлены 71 видами [4,5].

В таблице 2 приводятся распределение по количеству, состоянию и предлагаемые уходные работы.

**Таблица 2 - Распределение по количеству, состоянию растений и предлагаемые работы по уходу**

| Наименование            | Общее состояние |              |            |             | Хозяйственные мероприятия |                    |                  | Общее количество |
|-------------------------|-----------------|--------------|------------|-------------|---------------------------|--------------------|------------------|------------------|
|                         | здоровые        | ослабленные  | усыхающие  | сухостойные | уходные работы            | санитарная обрезка | санитарная рубка |                  |
| Деревья, шт.            | 69537           | 11911        | 397        | 1787        | 69964                     | 11668              | 2000             | 83632            |
| Кустарники, шт.         | 11377           | 563          | -          | 22          | 11407                     | 533                | 22               | 11962            |
| <b>Итого, шт.</b>       | <b>80914</b>    | <b>12474</b> | <b>397</b> | <b>1809</b> | <b>81371</b>              | <b>12201</b>       | <b>2022</b>      | <b>95594</b>     |
| Процентное отношение, % | 84,63           | 13,07        | 0,40       | 1,90        | 85,13                     | 12,76              | 2,11             | 100,0            |

Как видно из таблицы 2, общее количество выявленных и обследованных древесно-кустарниковых видов составляет 95594 шт., в т.ч.: деревьев – 83632, кустарников – 11962. По физиологическому состоянию зеленые насаждения характеризуются: здоровые – 80914 шт. (84,63%), ослабленные – 12474 шт. (13,07%), усыхающие 397 шт.

(0,4%), сухой 1809 шт. (1,9%) и соответственно санитарной обрезке подлежат 12201 шт. (12,76%) и санитарной рубке 2022 шт. (2,11%). Также были определены и распределены все растения по возрастным группам (таблица 3).

**Таблица 3 - Возрастное распределение древостоя на территории Шымкентского дендрологического парка**

| Наименование            | Кол-во | Распределение деревьев и кустарников по группам возраста |                  |              |        |             |
|-------------------------|--------|--|------------------|--------------|--------|-------------|
|                         |        | Молодняки  | Средневозрастные | Приспевающие | Спелые | Перестойные |
| Деревья, шт.            | 83632  | 68139  | 12472            | 1394         | 815    | 812         |
| Кустарники, шт.         | 11962  | 7485   | 4183             | 272          | 10     | 12          |
| Всего, шт               | 95594  | 75624  | 16655            | 1666         | 825    | 824         |
| Процентное отношение, % |        | 79,11  | 17,43            | 1,74         | 0,86   | 0,86        |

По приведённым данным таблицы 3 видно, что из общего количества выявленных и обследованных древесно-кустарниковых видов, возрастное распределение древостоя составляет следующую картину: молодняки – 75624 шт. (79,11%), средневозрастные -16655 шт. (17,43%), приспевающие – 1666 шт. (1,74%), спелые – 825 шт. (0,86%) и перестойные – 824 шт. (0,86%). К перестойным и спелым, в основном, относятся различные кустарники и лиственные деревья [5].

**Обсуждение результатов.** По результатам полученных данных рекомендуем в Шымкентском дендропарке дополнительно высадить различные виды хвойных деревьев, пополнить коллекцию декоративными лиственными деревьями, а также красивоцветущими кустарниками. Посадку рекомендуемых деревьев и кустарников производить биогруппами. Также надо наладить поливную систему дендропарка, желательно внедрить капельное орошение.

**Выводы.** В целом собранная коллекция древесно-кустарниковых растений в Шымкентском дендропарке может служить ценным материалом для проведения научно-исследовательских работ при изучении

интродукции отдельных видов и их совместимости с аборигенной растительностью, возможностью применения селективных методов дендрологии, а также ряду других вопросов представляющих интерес для специалистов лесного хозяйства. Необходимо отметить, что увеличение древесно-кустарниковых видов в данном дендропарке, возможно, расширить на научно-обоснованном подходе их выбора, что позволяет климатические условия г. Шымкента и площадь дендропарка.

### Список литературы

1. Дроздова Н.Б., Некрасов В.И., Глоба-Михайленко Д.А. Деревья, кустарники и лианы. - М.: Лесная промышленность, 1986.- 348 с.
2. Мұқанов Б.М., Майсупова Б.Ж., Шабалина М.В. Дендрология.- Астана, 2009.- 298 с.
3. Байтулин И.О., Проскуряков М.А., Чекалин С.В. Системно – экологический подход к интродукции растений в Казахстане. – Алматы: Ғылым, 1992.- Ч.І; ІІ.- 100 с.
4. Байтенов М.С. В мире редких растени.- Алматы: Кайнар, 1985.- 29 с.
5. Иващенко А.А. Қазақстанның есімдіктер әлемі.- Алматы: Алматыкітап, 2004.- 172 с.

**Источник финансирования.** Договор №34 от 27 июля 2015 года с управлением природных ресурсов и регулирования природопользования ЮКО. Силами АФ ТОО «КазНИИЛХА» проведены работы по инвентаризации существующих насаждений Шымкентского дендрологического парка.

А.А. Мауи<sup>1</sup>, Л.Е. Ануарова<sup>1</sup>, М.О. Айтжанова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский государственный женский педагогический университет,  
г. Алматы, Казахстан

---

---

## ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СЕМЯН СОИ – ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ МЕРОПРИЯТИЕ

---

---

**Аннотация.** В условиях юга и юго-востока Казахстана зарегистрировано более 15 болезней сои. Все эти болезни наносят значительный ущерб соеводческому производству, снижая урожай и его качество. Фитопатологические экспертизы семян коммерческих сортов сои Эврика, Казахстанская 200, Букурия, Казахстанская 2309, Гибрид 687 и Мереке показало, что они инфицированы различными фитопатогенами, плесневыми и сапрофитными грибами. Наиболее часто встречаются грибы рода *Fusarium*. Частота встречаемости *F. gibbosium* составила 29%; *F. solani*-11%; *F. moniliforme*-7%; *F. sambucinum*-2%; остальные виды регистрировались реже. Среди возбудителей плесневение семян доминировали микроорганизмы родов *Penicillium* и *Aspergillus*. Против болезней семян сои испытаны следующие протравители: ТМТД, фундазол, точигарен, байтан, суми-8, колфуго супер, дерозал, фенорам, беномил. Установлено, что все протравители положительно влияют на энергию прорастания и всхожесть семян сои. Наиболее перспективными протравителями оказались фундазол и беномил в дозе 3 л/т семян. Отобраны из коллекции целлюлотических бактерий штаммы № 3, 7, 77, 707 с высокой антогонистической активностью.

**Ключевые слова.** Соя, болезни семян, фузариоз, пероноспороз, аскохитоз, протравитель, сорта, штаммы целлюлотических бактерий, фундазол, байтан, всхожесть, зараженность.

• • •

**Аңдатпа.** Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік шығысында сояның 15-тен аса ауру түрлері тіркелген. Осы аурулар өнімді азайтып, сапасын төмендетіп, соя өндірісіне едәуір зиянын тигізеді. Сояның Эврика, Қазақстандық 200, Букурия, Қазақстандық 2309, Гибрид 687 және Мереке деп аталатын коммерциялық сорттарының тұқымына жасалған фитопатологиялық сараптамада олардың әртүрлі фитопатогендік, зеңдік және сапрофитті саңырауқұлақтары тудыратын ауырумен ауыратыны көрсетілген. Көбінесе *Fusarium* саңырауқұлақтары жиі кездеседі екен. *F. Gibbosium*-ның кездесу жиілігі 29%; *F. solani*-11%; *F. moniliforme*-7%; *F. sambucinum*-2%-ды көрсетсе, қалған түрлері сирек кездесіп отырған. Дәндерді зеңді қоздырғыштардың ішінде *Penicillium* және *Aspergillus* тұқымдарының

микроорганизмдері де жоқ емес. Соя тұқымының ауруларына қарсы мынандай дәрілегіштер қолданылған: ТМТД, фундазол, точигарен, байтан, суми-8, супер колфуго, дерозал, фенорам, беномил. Барлық дәрілегіштердің соя тұқымының өсу энергиясына және өнімділігіне оң әсерін тигізетіні анықталған. Дәрілегіштердің тұқымдардың ең тиімдісі 3 л/т дозасындағы фундазол және беномил болып шықты. Целлюлотикалық бактериялар коллекциясының ішінен антогонистикалық белсенділігі жоғары № 3, 7, 77, 707 штамдары таңдалып алынды.

**Түйінді сөздер:** Соя, тұқым аурулары, фузариоз, аскохитоз, пероноспороз, дәрілегіштер, целлюлотикалық бактериялар, штамдар, фундазол, беномил, байтан, өнімділік, зақымдану.

• • •

**Abstract.** In the south and southeast of Kazakhstan, more than 15 soybean diseases have been registered. All these diseases cause significant damage to soybean production, reducing the yield and its quality. Phytopathological examinations of seeds of commercial varieties of soya Eureka, Kazakhstan 200, Bucuria, Kazakhstan 2309, Hybrid 687 and Mereke showed that they are infected with various phytopathogens, molds and saprophytic grubs. The most common fungi of the genus Fusarium. The incidence of *F. gibbosi-um* was 29%; *F. solani*-11%; *F. moniliforme*-7%; *F. sambucinum*-2%. Soybean seeds infected with diseases had low field germination, and are a source of infection by various pathogens. Among the causative agents of the molding of seeds, the microorganisms of the genera *Penicillun* and *Aspergillus* dominated. Against soybean seed diseases, the following disinfectants have been tested: TMTD, foundation stone, tochigarene, bytan, sumy-8, superfine, derozal, phenoram, benomyl. It is established that all disinfectants positively influence the germination energy and germination of soybean seeds. The most promising disinfectants were foundazol and benomyl in a dose of 3 liters / ton of seeds. Selected from the collection of cellulose bacteria are strains Nos. 3, 7, 77, 707 with high antagonistic activity.

**Key words:** Soybean, seed diseases, fusariosis, transplasis, ascochitis, etchant, varieties, strains of cellulose bacteria, foundation, bytan, germination, infection.

**Введение.** Одним из важнейших мероприятий, направленных на получения устойчивого высокого урожая сои, является борьба с ее болезнями [1-3]. В условиях юга и юго-востока Казахстана на посевах сои зарегистрировано 3 заболевания, вызываемых бактериями, 5 вирусами, 15 грибами и 7 заболеваний, вызванных неблагоприятными условиями внешней среды или же недостатком, а также избытком каких-либо питательных веществ [4]. Все эти болезни наносят значительный ущерб соеводческому производству, снижая урожай и его качества. Но наиболее распространенным и вредонос-

ным в наших условиях являются такие болезни, как: фузариоз, септориоз, пероноспороз, аскохитоз, белая и серая гнили, бактериозы и мозаика. Вредоносность этих патогенов в республике в последние годы возрастает. Болезни распространены повсеместно и проявляется во все фазы вегетации. Потери урожая от этих болезней составляют в отдельные годы от 15 до 35%. Они тем выше, чем ниже культура земледелия. Неправильные севообороты, монокультура, низкая агротехника приводят к ухудшению структуры почвы, истощению плодородия, созданию неблагоприятных условий для развития растений, накоплению в почве возбудителей. Кроме того, отсутствие устойчивых сортов, а также возделывание на больших площадях генетически однородных сортов создают идеальные условия для формирования вирулентных популяций патогенных организмов. Так например, вредоносность видов рода *Fusarium* по имеющимся сведениям вызвано увеличением в популяции патогенных форм, способных к образованию специфических токсинов (фузариоза, фузариозная кислота). Все виды *Fusarium*, изолированные из семян, корней и взрослых растений сои, образуют ядовитые вещества с высоким общетоксическим эффектом.

**Методика исследований.** Влияние протравителей на грибную и бактериальную инфекцию определялось путем раскладки обработанных протравителями семян на поверхность питательной среды (картофельно-глюкозный агар КГА) и по интенсивности роста бактериальной и грибной инфекции устанавливалась эффективность препарата.

При проведении исследований оценивали влияние ряда протравителей на семенную микрофлору, согласно методическим указаниям. Испытывали препараты согласно рекомендуемым дозам: ТМТД, в.с.к. (Россия), тачигарэн, с.п. (Япония), фундазол, 50% с.п. (Россия), колфуго супер, (Венгрия), байтан, 50% с.п. (Германия).

**Результаты исследований.** Почти все грибные, бактериальные и вирусные болезни сои распространяются семенами [5-7]. Фитопатологическая экспертиза семян сои сорта Букурия и Казахстанская 2309 урожая 2015-2017 гг. показала, что они инфицированы различными фитопатогенами, плесневыми и сапрофитными грибами (таблица 1).

Так, фитопатологическая экспертиза семян коммерческих сортов Эврика, Казахстанская 200, Букурия, Гибрид 687 и Мереке урожая 2015-2017 гг. показала, что они инфицированы различными

фитопатогенами, плесневыми и сапрофитными грибами. Наиболее часто встречаются грибы рода *Fusarium*. Частота встречаемости *F.gibbosium* составила 29%; *F.solani*-11; *F.moniliforme*-7; *F.loteritium*—4; *F.sambucinium*-2%; остальные виды регистрировались реже (таблица 1). Нередко семена были заражены двумя или более видами грибов рода *Fusarium*, это можно объяснить восприимчивостью к ним районированных сортов и погодными условиями. В годы с прохладным и дождливым летом (2016 г.) большое распространение на посевах сои имели различные типы фузариозного заболевания (фузариоз всходов, фузариозная корневая гниль и фузариозное увядание).

Таблица 1 - Микофлора семян сои

| Вид грибов   | Зараженность семян, % |
|--|-----------------------|
| <i>Fusarium gibbosium</i> App. et. Wr. Emend Bilai | 29                    |
| <i>F.solani</i> (Mart) App. et. Wr.                | 11                    |
| <i>F. moniliforme</i> Sn.                          | 7                     |
| <i>F.loteritium</i> Necs                           | 4                     |
| <i>F.sambucinium</i> (Fr)                          | 2                     |
| <i>F.avenoaceum</i> , (Fr) Sooe                    | 1                     |
| <i>F.semitectum</i> Berk et Rav                    | 1                     |
| <i>F. culmorum</i> (W.L.Sm.)Soee                   | 1                     |
| <i>Phomopsis sojoe</i> Lehmon                      | 3                     |
| <i>Peronospora manshurica</i> (Naum)               | 8                     |
| <i>Ascohyta sojaceola</i> AB.                      | 1                     |
| <i>Alternaria alternate</i> (Fr.)                  | 4                     |
| <i>Aspergillus niger</i>                           | 6                     |
| <i>Botrytis cinerea</i> Perks – ex Fr              | 1                     |
| <i>Penicillium glaucum</i>                         | 9                     |
| <i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fr)           | 3                     |
| <i>Mucor hiemalis</i> Wehm                         | 3                     |
| <i>Rhizopus nigricans</i> Ehr                      | 3                     |
| <i>Frichotehecium roseum</i> Fr.                   | 5                     |
| <i>Whetrelinia scierotiorum</i> (Lib)              | 2                     |

Во многих образцах семян сои, испытываемых в коллекциях Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства, а также в перспективных селекционных номерах сои, ПК

им. Томаровского, был обнаружен гриб *Phomopsis sojoe* Leh., который вызывает ожог бобов и стеблей сои.

Такие виды, как *Whetrelinia scierotiorum*, *Alternaria alternata*, *Ascohyta sojaceola*, *Botrytis cinerea*, встречались на семенах очень редко. На травмированных семенах часто развивались виды *Penicillium glaucum*, *Aspergillus niger*, *Mucor hiemalis*, *Rizopus nigricans*, *Frichotethecium roseum*. Семена, зараженные болезнями, как правило, имели низкую полевую всхожесть (30-47%) и явились источником заражения различными патогенами. Поэтому при определении качества семян в контрольно-семенной инспекции необходимо проводить тщательный фитопатологический анализ семян на различные заболевания.

Травмированные семена, высеянные в лабораторных условиях, дали очень низкий процент всхожести и были поражены болезнями на 17,7-33,3%, тогда как у целых семян, пораженных болезнями этот показатель равен только 3,3%. По частоте встречаемости на первом месте стоит *Fusarium gibbosium*. (и его разновидности) *F. solani* *F. oxysporum*. В то же время *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. heterosporium*, *F. moniliforme*, *F. sambucinum*, *F. semitectum*, *F. sporotrichella* представлены небольшим числом изолятов. Значительная зараженность семян сои разными видами фузариев связана с широким распространением его видов в качестве возбудителя фузариоза. Одной из причин снижения урожая сои в Казахстане является большая изреженность посевов вследствие высокой зараженности семян грибными и другими патогенами. Как видно из таблицы, семена сои были заражены возбудителями корневой гнили (*Fusarium oxysporum*, *F. solanum*, *F. gibbosium*) и пятнистости листьев (аскохитоз, алтарниоза, перооспороз и др).

Зараженность зерен возбудителями болезней рода *Fusarium* достигла 55%. В настоящее время нет единого регламента заспоренности семян сельскохозяйственных растений видами этого рода. Тем не менее уровень зараженности семенного фонда фузариозами, по мнению большинства специалистов не должен превышать 5-7%, в редких случаях-10%. Как известно, 1% зараженности зерна этими патогенами может вызвать гибель 0,4% всходов. Особую опасность представляют *F. oxysporum* (увядание растений) и *F. solani* (вызывает корневую гниль), заспоренность семян, которыми в пределах 3% снижает урожай. Фитоэкспертиза семян показала высокую зараженность микромицетами,

вызывающими плесневение семян, гибель проростков, задержку развития растений и т.п. Среди возбудителей плесневения преобладали микроорганизмы родов *Penicillium* и *Aspergillus*, где зараженность семян пенициллизом составляла 9%, а аспергиллиозом – 6%.

Особую опасность для растений представляют токсины вышеуказанных микромицетов. Они снижают содержание углеводов в проростках семян, нарушают газообмен, угнетают движение протоплазмы, изменяют проницаемость цитоплазматической мембраны, оказывают отрицательное действие на азотный обмен растений, могут вызвать эрозию зародышевой плазмы. Кроме того, токсины грибов могут быть причиной заболеваний человека и животных. Некоторые токсины (например, фузариотоксин) обладают психотропным действием, другие мутагенами (нарушают генетический аппарат, что ведет к уродствам у потомства и т.п.), угнетают физическое и умственное развитие детей.

На степень проявления заболеваний существенное влияние оказывает повышение влажности семян при хранении. Семена, хранившиеся при повышенной влажности (25%), имели всхожесть 45%, а зараженность болезнями - 27,5%. Семена, хранившиеся при 14% влажности, имели всхожесть 77,7% и зараженность болезнями – 2,3%. Семена, проращиваемые при 7-12°C, дали 55,5% здоровых проростков, 3,5% больных и 5,7% не проросших. Тогда как семена этой же партии, проращиваемые при 25-27°C имели соответствующие показатели: 17,5; 32,5 и 13,7%.

Результаты данных исследований показывают, что больные семена сои при повышенных температурах погибают в течение 2-3 дней после посева. При этом наблюдаются случаи, когда здоровые семена в первые дни проростки в дальнейшем заражаются почвенными патогенами и погибают. Все это является причиной, снижающей густоту стояния растений сои в поле. Всего было выявлено и определено 20 видов грибов, встречающиеся на семенах сои и вызывающих гибель проростков, где на семенах сои доминируют фузариоз, аскохитозная, пероноспорозная, альтернариозная инфекция. Это указывает на необходимость подбора протравителей для каждого типа семян на основе обязательной предварительной фитоэкспертизы.

Для борьбы с болезнями семян в течение трех лет испытывали несколько протравителей со следующей дозировкой: ТМТД - 50% - 4 кг,

фундазол - 3 кг, тачигарэн - 6 кг, байтан - 2 л, суми - 8-3 л, колфуго супер - 2 л, дерозал - 3 л, фенорам - 2 л, беномил - 3 л на 1 т семян сои. Протравливали сухим способом за два дня до посева.

Установлено, что все дозировки протравителей не оказывают отрицательного влияния на энергию прорастания и всхожесть семян, при этом уменьшался процент заболеваемости (фузариоз, ризоктониоза и др.) в полтора и два раза. Из испытанных препаратов наиболее перспективным оказался фундазол и беномил, в указанных нормах. Они менее ядовиты для людей и теплокровных животных, а также для клубнеобразования растений. Однако следует указать, что химические протравители, наряду с положительными свойствами, имеют существенные недостатки. Действующее вещество некоторых из них (например, Байтана) содержат ядовитые вещества и проявляют ретардирующий эффект. При случайном завышении дозы (нормы) они могут задержать прорастание семян, появление всходов, особенно при недостатке влаги в почве и низкой температуре.

После протравливания семян химическими препаратами поверхностные и внутренние ткани их становятся почти стерильно чистыми. Но действие препаратов обычно заканчивается через 10-17 дн. и на семена, их проростки и всходы устремляются патогенные микроорганизмы почвы, развиваясь без преграды.

Кроме того, применение химических средств защиты растений имеет ряд негативных последствий: формирование устойчивых рас фитопатогенов, уменьшение численности полезных микроорганизмов в микробиоценозах и накопление токсических веществ в окружающей среде. В последние годы предлагается альтернативный подход создания систем комплексной микробиологической защиты растений от болезней с использованием биопрепаратов разного целевого назначения. Основа таких биопрепаратов высокоактивные штаммы микробов – антагонистов возбудителей грибных болезней. Применение биопрепаратов для защиты сои позволило бы снизить заболеваемость растений, а также снизить применение абиогенных, в частности химических препаратов.

В данном случае, впервые для создания биопрепарата использованы целлюлотические бактерии с высокой антифугальной активностью по отношению к фитопатогенным микромицетам, вызывающим заболевания сои. Были отобраны из коллекции целлюлотические бак-

тери штаммы № 3, 7, 77, 707 с высокой антагонистической активностью по отношению к фитопатогенным грибам рода *Fusarium*, *Rhizoctonia*, вызывающим заболевания сои. Проведены лабораторные испытания отобранных бактерий - антагонистов для защиты сои от фузариозной корневой гнили. Проведено испытание отобранных бактерий-антагонистов в полевых условиях. Также, впервые показана эффективность применения против возбудителей фузариозной корневой гнили.

Отобранные штаммы из целлюлотических бактерий, по биологической эффективности не уступают современным химическим фунгицидам, а по некоторым показателям (продолжительность действия, безопасность, хозяйственная и экономическая эффективность) превосходят их. Живые клетки и способы бактерий, из которых состоят препараты, уничтожают инфекцию возбудителей болезней на семенах, проникают в проростки, далее в ткани всходов. Размножаясь и распространяясь, они вступают в контакт с растениями, выполняя с ними важнейшие функции:

- синтезируют витамины, ферменты и другие вещества, участвующие в обменных процессах;
- переводят трудно усваиваемые растениями элементы питания в легкоусваиваемые;
- вырабатывают антибиотики, губительно действующие на патогенные микроорганизмы, и обеспечивают надежную защиту растений от комплекса болезней в течение всего вегетационного периода.

Обработка семян штаммами целлюлотических бактерий существенно снижает зараженность семян патогенными и сапрофитными грибами. Кроме того, они стимулируют прорастание семян и повышают их всхожесть на 5-7%, снижая при этом загнивание в 2-3,5 раз, препятствуя гибели проростков и всходов, пораженности растений фузариозной корневой гнилью при этом способствуя получению экологически чистого урожая и высокому качеству продукции. В настоящее время работа над созданием биопрепарата на основе целлюлотических бактерий проводится Казахским государственным женским педагогическим университетом в содружестве с институтом микробиологии и вирусологии, в частности с доктором биологических наук И.Э. Смирновой.

**Выводы.** Было зарегистрировано на семенах сои 20 видов грибов, вызывающих болезни сои. Доминирующими из них являются

фузариоз, аскохитоз и пероноспороз. Установлено, что лучшим из испытуемых химических протравителей являются фундазол и беномил, а из отобранных коллекции целлюлотических бактерий - штаммы № 3,7,77,707, защищающие семена от плесневения, загнивания и поражения болезнями.

### Список литературы

1. *Ганя А.И.* Основные грибные болезни сои в Молдавии. // Микология и фитопатология.- 1981.- Т.15.- вып.1.- С. 37-43.
2. *Муравьева М.Ф.* Болезни сои на Дальнем Востоке. // Защита растений.- 1985.- №1. - С.54-56.
3. *Карягин Ю.Г., Жанысбаев Б.М., Исмухамбетов Ж.Д., Жарасов Ш.У., Мауиев А.А. и др.* Рекомендации по возделыванию сои в Казахстане. - Алматы, 1990.- 27 с.
4. *Мауи А.А.* Защита сои от болезней в условиях юго-востока Казахстана/ Обзорная информация, 1991. - 8 с.
5. *Енукидзе Н.В.* Болезни сои в Грузии и обоснование мер борьбы с ними: автореф. канд. с.-х.наук, дис. - Тбилиси, 1971.- 29 с.
6. *Машкина Е.С., Успенская Г.Д.* Развитие видов рода *Fusarium* на различных сортах сои при интродукции ее в ботаническом саду Воронежского университета // В кн.: Всесоюзная конференция по теоретическим основам интродукции растений. -М., 1983.- 391 с.
7. *Мауи А.А., Абильмажинова Д.З.* Видовой состав грибов на сое в условиях Алматинской области // Материалы международной научно-практической конференции «Формирование инновационной среды в молодежных объединениях вузов». - Алматы, 2017.- С. 208-210

*З.В. Псхациева<sup>1</sup>, В.Р. Каиров<sup>1</sup>, С.В. Булацева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Горский государственный аграрный университет,  
г.Владикавказ, РСО-Алания, Россия

---

---

## ЦЫПЛЯТАМ И ПРОБИОТИК И СОРБЕНТ

---

---

**Аннотация.** Рассмотрена возможность применения пробиотика и сорбента, как в отдельности, так и совместно в кормлении сельскохозяйственной птицы. Представлены результаты исследований по применению пробиотика «Споротермин» и сорбента «Ковелос-Сорб» на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308». Установлено, что введение в корма пробиотика и сорбента по отдельности положительно влияет на хозяйственно-полезные признаки цыплят-бройлеров. Но лучшие результаты получены при совместном введении в корма сорбента и пробиотика, при этом: улучшается переваримость питательных веществ корма, увеличивается живая масса и сохранность птицы, в мясе снижается масса тяжелых металлов, и как следствие, улучшается микробиоценоз кишечника, улучшается органолептическая оценка мяса и бульона, снижаются затраты корма на прирост 1 кг живой массы, рентабельность возрастает на 6,1 %.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, пробиотик, сорбент, сыворотка крови, микробиоценоз, тяжелые металлы, рентабельность.

• • •

**Түйіндеме.** Ауылшаруашылық құсты тамақтандыруда пробиотиктерді және сорбенттерді пайдалану мүмкіндігі қарастырылған. «Росс-308» бройлер балапанына пробиотикалық «Sporothermine» және сорбент «Kovelos-сіңіргіш» пайдалану бойынша зерттеу нәтижелерін ұсынады. Пробиотиктер мен сорбенттерді азыққа енгізудің бойлер балапандарына шаруашылықта пайдалы жағынан әсер ететіні белгілі болды. Бірақ, сорбенттер мен пробиотиктерді бірге енгізу барысында жақсы жетістіктерге қол жеткізген, онда: жем және қоректік заттардың сіңуі жақсартады, құстың тірі салмағы мен оның сақталуы өсе түседі, етте ауыр металдар салмағы азаяды және нәтижесінде ішек микробиоценозы жақсартады, ет пен сорпаның органолептикалық бағасы жақсарып, 1 кг тірі салмақ пайдасына азықтың құны, кірістілік 6,1% -ға артады.

**Түйінді сөздер:** бройлер тауықтары, пробиотикалық, сорбент, қан сарысуы, микробиоценоз, ауыр металдар, кірістілік.

**Abstract.** The possibility of using a probiotic and a sorbent, either alone or together in the feeding of an agricultural bird, is considered. The paper presents the results of studies on the use of the probiotic "Sporothermine" and the sorbent "Kovelos-Sorb" on broiler chickens "Ross-308". It has been established that the introduction of probiotic and sorbent into the feeds individually positively affects the economic-useful signs of broiler chickens. But the best results were obtained with the combined introduction of sorbents and probiotics into the feed: the digestibility of feed nutrients improves, the live weight and poultry safety increase, the weight of heavy metals decreases, and as a result the microbiocenosis of the intestines improves, the organoleptic evaluation of meat and broth improves, the cost of feed for a gain of 1 kg of live weight, the profitability increased by 6.1%.

**Key words:** broiler chickens, probiotic, sorbent, blood serum, microbiocenosis, heavy metals, profitability.

**Введение.** Современные темпы развития сельского хозяйства предусматривают увеличение производства мясной продукции. Это может быть достигнуто при обеспечении животных и птицы высококачественными кормами [1].

За период 2012-2020 гг. Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в рамках Госпрограммы развития сельского хозяйства на 2013-2020 гг. разработана программа «Развитие птицеводства в Российской Федерации на 2013-2015 гг.». Чтобы выполнить поставленные задачи, необходимо повышение производства мяса птицы с минимальными затратами. Положительные результаты можно будет достичь при введении в корма БАДы и минеральные вещества [2]. Учитывая экологическое состояние окружающей среды, в частности региона РСО-Алания, необходимо вводить в корма сельскохозяйственных животных и птицы сорбенты, оказывающие положительное влияние на качество мясной продукции. В основном почва и растения и, как следствие, вся продукция животноводства загрязняется такими тяжелыми металлами как кадмий, свинец, цинк. Содержание солей тяжелых металлов в питьевой воде, по данным некоторых авторов, на животноводческих фермах республики превышает ПДК (предельно допустимая концентрация) в несколько раз: цинком – в 3-6 раз, медью – в 5 раз, кадмием – в 2-5 раз, свинцом – в 3-5 раз [3,4]. Помимо минеральных веществ в организм животных и птицы должны поступать и биологически активные вещества, в частности, пробиотики. Эти добавки являются барьером для проникновения патогенных организмов, вызывающих негативное состояние организма на протяжении всего желудочно-кишечного тракта [5].

Терапевтический эффект пробиотиков обуславливается выделяемыми бактериями *B. Subtilis*, которые стимулируют работу нормальной микрофлоры кишечника [6]. Такие исследователи как Ю.В. Матросова, А.И. Тухбанов, А.С. Долгунов, Н.Ш. Магакян рассматривали вопрос совместного применения пробиотиков и сорбентов в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. Результаты оказались положительными [7-9].

**Материал и методы исследования.** В данном эксперименте в 2012 г. была изучена эффективность совместного использования сорбента «Ковелос-Сорб» и пробиотика «Споротермин» при выращивании цыплят-бройлеров в условиях птицефабрики «Михайловская» РСО-Алании.

В конце периода выращивания кровь цыплят подвергли биохимическому исследованию в Республиканской ветеринарной лаборатории (г. Владикавказ). После процесса центрифугирования исследованы следующие показатели:

- общий белок на рефрактометре ИРФ – 22;
- фракции белка – на рефрактометре ИРФ – 22;
- коэффициент А:Г (соотношение альбуминов и глобулинов) – по таблице В.П. Маталасова.

Спектральный анализ на содержание тяжелых металлов (цинк, кадмий, медь, свинец) в бедренных, грудных мышцах и крови птицы и мышечной ткани свиней проводился в лаборатории НИИ «Агротехнология» при Горском ГАУ атомно-адсорбционным методом (ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов).

Для исследований микробиоценоза содержимого кишечника цыплят-бройлеров и поросят были проведены бактериологические исследования с использованием мясопептонного бульона, среды Кесслера, Эндо, Плоскирева, сред Гиса и окраска мазков по Грамму. Исследовались микроорганизмы:

- молочнокислые (ГОСТ 10444.11-89, Продукты пищевые. Методы определения молочнокислых микроорганизмов);
- стафилококки (ГОСТ 10444.2-94, Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества *Staphylococcus Aureus*);
- бактерии группы кишечных палочек (ГОСТ Р 52816-2007, Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий);
- энтеробактерии (ГОСТ Р 54005-2010, Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий семейства *Enterobacteriaceae*);

Изучены количественный и качественный состав микрофлоры кишечника птицы и свиней. Количественный подсчет бактерий проводился по методике [10]. Определено среднее число выросших колоний в трех параллельных чашках Петри из одного и того же разведения - КОЕ (колониообразующая единица). КОЕ – одна микробная клетка, которая дает начало колонии клеток на среде питания. Среднее число КОЕ микроорганизмов в 1 г исследуемого материала выражено в десятичных логарифмах ( $\lg$  КОЕ/г).

Экономическую эффективность выращивания цыплят-бройлеров и молодняка свиней определяли с учетом конкретных технико-экономических условий, сложившихся в хозяйстве и регионе в период проведения исследований.

**Результат исследований.** Для того, чтобы оценить состояние организма необходимо провести исследования крови, так как кровь выполняет определенные функции, и одна из них перенос кислорода и питательных веществ по тканям и органам. Наряду с этим в кровь поступают токсины и яды.

Приведены биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров, при совместном использовании сорбента «Ковелос-Сорб» и пробиотика «Споротермин» (таблица 1).

**Таблица 1 - Биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров, % (n=5)**

| Показатель       | Группы      |              |              |              |
|------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
|                  | 1           | 2            | 3            | 4            |
| Общий белок, г/л | 75,2 ±0,59  | 76,25 ±0,13* | 76,94 ±0,14* | 77,33 ±0,41* |
| Альбумины, %     | 48,95 ±0,29 | 49,27 ±0,35  | 49,46 ±0,25  | 50,34 ±0,37  |
| Глобулины, %     | 51,05 ±0,61 | 50,73 ±0,61  | 50,54 ±0,28  | 49,66 ±1,05  |
| α- глобулины     | 15,46 ±0,43 | 15,18 ±0,21  | 14,81 ±0,15  | 14,39 ±0,48  |
| β-глобулины      | 13,43 ±0,21 | 13,30 ±0,13  | 12,85 ±0,29  | 11,71 ±0,34  |
| γ-глобулины      | 22,16 ±0,43 | 22,26 ±0,43  | 22,89 ±0,42  | 23,56 ±0,65  |
| коэффициент А/Г  | 0,96        | 0,97         | 0,98         | 1,02         |

Примечание: \* $P \leq 0,05$

Результаты биохимических исследований сыворотки крови показали, что содержание общего белка находилось в пределах нормы, но его количество было достоверно больше ( $P < 0,05$ ) на 1,4-2,8% во второй, третьей и четвертой группах, относительно первой группы.

Содержание альбуминов во второй, третьей и четвертой группах колебалось в пределах 0,8-3,0%, относительно первой группы.

Количественно содержания γ-глобулинов в опытных группах увеличивалось на 0,10-1,16%, это происходило на фоне снижения

$\alpha$ -глобулинов на 0,28-1,07% и  $\beta$ -глобулинов на 0,13-1,72%. Вследствие этих изменений, которые происходили в пределах физиологических норм, индекс А/Г повышался в опытных группах, что подтверждает улучшение защитных функций организма цыплят-бройлеров. На основании биохимических исследований можно утверждать, что совместное применение сорбента и пробиотика положительно влияет на физиологические показатели цыплят-бройлеров. Для исследования кишечной микрофлоры был исследован тонкий кишечник цыплят-бройлеров (таблица 2)

**Таблица 2 - Микробиоценоз кишечника цыплят-бройлеров, lg КОЕ/г\* (n=5)**

| Показатель, в 1 г                  | Группы   |           |             |             |
|------------------------------------|----------|-----------|-------------|-------------|
|                                    | 1        | 2         | 3           | 4           |
| Энтерококки, $10^7$ м/о            | 6,8±0,13 | 6,3±0,25  | 5,8±0,3**   | 5,1±0,24*** |
| Стафилококки, $10^4$ м/о           | 2,1±0,23 | 1,6±0,20  | 1,4±0,17**  | 1,2±0,15*** |
| Кишечная палочка, $10^7$ м/о       | 7,5±0,27 | 6,7±0,28* | 5,3±0,38*** | 4,8±0,20*** |
| Молочнокислые бактерии, $10^7$ м/о | 3,3±0,21 | 3,9±0,29* | 4,8±0,20*** | 6,8±0,27*** |

Примечание: \* $P \leq 0,05$ ; \*\* $P \leq 0,01$ ; \*\*\* $P \leq 0,001$

Насколько мясо птицы заселено микроорганизмами, можно судить по результатам исследований. Количество энтерококков в первой группе равно  $6,8 \times 10^7$  КОЕ/г, что выше в 1,07-1,33 раза относительно второй, третьей и четвертой групп. Стафилококков в первой группе содержалось  $2,1 \times 10^4$  КОЕ/г, что в 1,31-1,75 раз выше опытных групп. Такая же тенденция прослеживается и по содержанию кишечной палочки, а именно ее содержание в первой группе превышает содержание во второй, третьей и четвертой группах в 1,12-1,56 раз. На фоне этого количество молочнокислых бактерий снижается в первой группе относительно второй, третьей и четвертой групп в 1,18-2,06 раз. Это соответствует и увеличению живой массы во второй, третьей и четвертой группах на 1,6-5,6 % относительно живой массы цыплят первой группы. Это объясняется тем, что в опытных группах замедлился рост патогенных микроорганизмов, а лактобактерий увеличился, что говорит о положительном совместном действии сорбента «Ковелос-Сорб» и пробиотика «Споротермин».

Для определения содержания тяжелых металлов были исследованы грудные и бедренные мышцы цыплят-бройлеров (таблица 3)

**Таблица 3 - Содержание тяжелых металлов в гомогенате мышечной ткани цыплят (мг/кг) (n=5)**

| Показатели | Группа      |               |               |               |
|------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
|            | 1           | 2             | 3             | 4             |
| Цинк       | 29,01±0,65  | 24,08±0,89*** | 25,05±0,22*** | 20,27±0,48*** |
| Кадмий     | 0,07 ±0,003 | 0,04±0,001**  | 0,05±0,003**  | 0,03±0,001*** |
| Свинец     | 0,98 ±0,08  | 0,59±0,12**   | 0,67±0,07**   | 0,45±0,09***  |

Примечание: \*P≤0,05; \*\*P≤0,01; \*\*\*P≤0,001

Содержание цинка в мышцах было достоверно меньше (P<0,001) во второй, третьей и четвертой группах по сравнению с первой группой на 3,96-5,84 ед., соответственно. Кадмия в организме цыплят второй, третьей и четвертой групп также достоверно (P<0,001) меньше относительно первой группы на 0,02-0,04 ед. Такая тенденция наблюдается и по отношению к содержанию свинца. Так, в опытных группах его содержание достоверно снижается на 0,31-0,53 ед. (P<0,001), соответственно, относительно этого же показателя в первой группе. Вторая группа получала к основному рациону еще и сорбент, что и отобразилось на результатах, так как «Ковелос-Сорб» обладает свойствами адсорбции тяжелых металлов на своей поверхности.

Таким образом, для снижения токсичности тяжелых металлов в РСО-Алании необходимо вводить в рацион сорбенты, в частности «Ковелос-Сорб» в количестве 0,1 % от массы корма. На основании полученных данных в результате проведения пятого эксперимента была рассчитана экономическая эффективность применения изучаемых кормовых добавок (таблица 4).

**Таблица 4- Экономическая эффективность выращивания цыплят-бройлеров**

| Показатели                                    | Группа  |         |        |         |
|---|---------|---------|--------|---------|
|   | 1       | 2       | 3      | 4       |
| Предубойная живая масса, кг                   | 2253,40 | 2362,60 | 2420,5 | 2500,40 |
| Цена реализации 1 кг, руб.                    | 65      | 65      | 65     | 65      |
| Выручено, руб.                                | 146,4   | 153,5   | 157,3  | 162,5   |
| Всего затрат, руб.                            | 119,0   | 121,2   | 123,5  | 125,8   |
| Себестоимость 1 кг прироста живой массы, руб. | 52,8    | 51,2    | 51,0   | 50,3    |
| Чистый доход в расчете на 1 гол., руб.        | 27,4    | 20,7    | 21,6   | 24,7    |
| Уровень рентабельности, %                     | 23,0    | 26,6    | 27,3   | 29,1    |

Себестоимость одного килограмма прироста живой массы составила:

- в первой группе 52,8 руб.,
- во второй группе – 51,2 руб.,
- в третьей – 51,0 руб.,
- в четвертой – 50,3 руб.

Это привело к тому, что уровень рентабельности в четвертой группе по сравнению с первой группой возрос на 6,1 %.

### **Выводы.**

Совместное использование пробиотиков и сорбентов в кормлении цыплят-бройлеров обеспечило увеличение массы тела, снижение концентрации тяжелых металлов, улучшение микробной картины гомогената мышечной ткани, увеличение рентабельности на 6,01 %.

## **Список литературы**

1. *Темираев В.Х.* Увеличение продуктивности и улучшение качества продукции свиноводства путем повышения эффективности использования кормов.- Владикавказ: Изд-во им. Гасиева, 2005.- 137 с.

2. *Бруннер А.В., Бедных С., Елецкий А.* Влияние целлобактрина на здоровье и продуктивность ремонтных свинок // Свиноводство. – 2009. – №1. – С. 12–14.

3. *Мысик А.Т.* Питательность кормов, потребности животных и нормирование кормления // Зоотехния. – 2007. – №1. – С.7–13.

4. *Каиров В.Р., Кебеков М.Е., Гасиева В.А.* Пути повышения продуктивности молодняка свиней при нарушении экологии питания // Материалы всероссийской научной практической конференции «Актуальные проблемы производства свинины в Российской Федерации». – Ставрополь: Сервисшкола.- 2007. – С.150–153.

5. *Roberfroid M.B.* Prebiotics and probiotics: are they functional foods? // Am J Clin Nutr. 2000. – Vol. 71. – № 6. – P. 1682–1687.

6. *Ткачева И.В., Тищенко Н.Н.* Действие пробиотика «Субтилис» на кишечную микрофлору осетра// Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 4 (25). – С. 134–137.

7. *Матросова Ю.В.* Научное и практическое обоснование использование сорбентов и пробиотиков в составе комбикормов для кур-несушек и цыплят-бройлеров: автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. -Курган, 2016. – 34 с.

8. *Тухбанов А.И., Долгунов А.С.* Рационы бройлеров: влияние сорбентов и пробиотика на переваримость питательных веществ и белковый обмен // Кормопроизводство. – 2012. – №7. – С. 39-40.

9. *Магакян В.Ш.* Эффективность использования глауконита и пробиотика в рационах цыплят-бройлеров // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов УралНИИСХоз и Уральского НИВИ.- Екатеринбург: Россельхозакадемия, 2013. – С.175–178.

10. *Эпштейн-Литвак Р.В., Вильшанский Ф.Л.* Бактериологическая диагностика дисбактериоза кишечника. Методические рекомендации. – М., 1977.- 20 с.

**Псхациева З.В.** – кандидат сельскохозяйственных наук, докторант ГГАУ,  
e-mail: z-p3@mail.ru

**Каиров В.Р.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
заведующая кафедрой товароведения и экспертизы,  
e-mail: ggau-dis-zoo@mail.ru

**Булацева С.В.** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
e-mail: z-p3@mail.ru

*Ж. Султанулы<sup>1</sup>, К.М. Ромашев<sup>1</sup>, М.Р. Турабеков<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Казахский национальный аграрный университет, г.Алматы, Казахстан,

---

---

## **ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ЦИРКОВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ СВИНЕЙ**

---

---

**Аннотация.** Целью исследования было выяснение патоморфологических изменений при цирковиральной инфекции свиней в условиях свиноводческих хозяйствах Алматинской области Республики Казахстан. Больных цирковиральной инфекцией, наблюдали больше всего в группе доращивания, реже на отъеме и откорме. Характер патоморфологических изменений при цирковиральной инфекции свиней указывает, что основной патологический процесс сосредоточен в почках, печени, легких и лимфатических узлах. Во всех случаях часто выявлялась венозная гиперемия, зернистая, иногда жировая дистрофия печени и почек, расширение желчного пузыря и переполнение его желчью с примесью слизи. Данная проблема особенно актуальна в настоящее время и в Казахстане, в связи с переходом сельскохозяйственных предприятий на новые формы собственности, когда работники, а также руководство заинтересованы в увеличении количества продукции и повышении ее качества.

**Ключевые слова:** цирковиральная инфекция, свинья, патоморфологические изменения, дистрофия, некроз, лимфаденит.

• • •

**Түйіндіме.** Зерттеудің мақсаты – Қазақстан Республикасы, Алматы облысы аймағындағы шошқа шаруашылығын зерттеу барысында анықталған жұқпалы цирковирал инфекциямен ауырған шошқадан алынған материалдың патоморфологиялық өзгерістеріне зерттеу жүргізу. Жұқпалы цирковирал өсіп келе жатқан торайлар тобында көп байқалды, анасынан бөліп алынған және бордақталған топта аз болды. Шошқа вирусының жұқпалы инфекциялық патоморфологиялық өзгерістерінің негізгі сипаты патологиялық процестің бүйрек, бауыр, өкпе және лимфа түйіндерінде шоғырланғанын көрсетеді. Барлық жағдайларда ішкі тамырлық гиперемия, түйіршікті, кейде майлы бауыр мен бүйректің іруі, өт қабының кеңеюі және шырышты қоспасы арқылы өтіп кетуін көрсетеді. Қазіргі кезде бұл мәселе Қазақстанда да, ауылшаруашылық

кәсіпорындардың жаңа меншік нысандарына ауысуына байланысты жұмысшылардың, сондай-ақ басшылықтың өнім сапасы мен санын арттыруға қызығушылық тудырып отырғанына байланысты маңызды.

**Түйінді сөздер:** Жұқпалы цирковирус індеті, шошқа, патоморфологиялық өзгерістер, дистрофия, некроз, лимфаденит.

• • •

**Abstract.** The aim of the study was to elucidate the pathomorphological changes in swine virus infection in pig breeding farms in the Almaty region of the Republic of Kazakhstan. Patients with circovirus infection, observed most in the group of growing, less often in weaning and fattening. The nature of pathomorphological changes in swine virus infection indicates that the main pathological process is concentrated in the kidneys, liver, lungs and lymph nodes. In all cases, venous hyperemia, granular, sometimes fatty degeneration of the liver and kidneys, widening of the gallbladder and overflowing with bile with an admixture of mucus were often detected. This problem is especially urgent now in the Republic of Kazakhstan, in connection with the transition of agricultural enterprises to new forms of ownership, when workers, as well as management are directly interested in increasing the quantity of products and improving its quality.

**Key words:** circovirus infection, pig, pathomorphological changes, dystrophy, necrosis, lymphadenitis.

**Введение** Свиноводство, как отрасль животноводства, должна играть значительную роль в обеспечении населения отечественными продуктами питания. К сожалению, его успешному развитию во многом препятствуют инфекционные болезни, приводящие к значительному отходу животных. Одним из таких инфекционных заболеваний, начиная с конца 20 в. и по настоящее время, считается цирковиральная инфекция свиней - заболевание поросят-отъемышей, которое характеризуется истощением, одышкой, пневмонией, увеличением лимфатических узлов, желтухой, бледностью. Это заболевание известно так же как синдром мультисистемного послеотъемного истощения поросят (СПМИ) - наиболее распространенная форма проявления цирковирала свиней 2-го типа. Впервые заболевание наблюдалось в Саскачеване (Канада), затем оно быстро распространилось во все страны с развитым свиноводством, включая Европу, Америку и Азию.

Цирковирусная болезнь – широко распространенная инфекционная болезнь свиней, вызываемая цирковирусом и характеризующаяся у поросят отставанием в росте и развитии, поражением кожи, развитием респираторного синдрома. В настоящее время в специальной литературе имеется значительное число работ, посвященных проблеме патогенеза при цирковирусной инфекции свиней [1-3]. Что же касается вопросов патоморфологии данной инфекции, то источников по этой теме очень мало [4]. Цирковирусная болезнь свиней является типично факторной инфекционной болезнью [4-6] и наносит свиноводческим хозяйствам наиболее ощутимый экономический ущерб.

Так, на территории России в последние годы в связи с активным развитием свиноводства большое значение приобретают заболевания, ранее не зарегистрированные. Цирковирусная инфекция свиней стала особенно значимой проблемой на промышленных свинокомплексах. Цирковироз свиней, синдром послеутъемного мультисистемного истощения (СПМИ), характеризуется как правило, отставанием в росте и развитии, поражением кожи, развитием респираторного синдрома. Возбудитель заболевания - ДНК-содержащий вирус рода *Circovirus*. Цирковирус, вызывающий у поросят СПМИ, обозначают как ЦВС типа 2, а цирковирус свиней, выделенный в 1974 г. как нецитопатогенный контаминант перевиваемой культуры клеток почек поросят, как ЦВС типа 1.

Геном вируса представлен односпиральной кольцевой молекулой ДНК. Вирус культивируется в культуре тканей свиней, а также клетках Vero, не вызывая ЦПД. Возбудитель цирковироза продуцирует образование вируснейтрализующих антител, обладает иммунодепрессивным действием. Он поражает иммунокомпетентные органы и клетки организма, размножаясь в них. Цирковирусы устойчивы к растворителям липидов (эфиру, хлороформу, этанолу и др.); к действию высоких температур - стабильны при 60°C в течение 30 мин.; к различным детергентам и дезинфектантам. Болезнь распространена в странах с развитым свиноводством (Германии, Канаде, США, Ирландии, Франции, Испании). В настоящее время антитела к ЦВС-2 обнаружены у свиней практически во всех хозяйствах, а число серопозитивных животных может достигать 100%. Чаще заболевают поросята 6-14-недельного возраста, реже месячного и 4-6-мес. возраста. Источник возбудителя инфекции - больные или латентно инфицированные свиньи различных возрастных групп, выделяющие вирус

с фекалиями, мочой, слюной, спермой, истечениями из носа и глаз. Основной путь передачи инфекции - респираторный, но не исключена вертикальная передача вируса от свиноматки плодам. По мнению ряда исследователей [2,3,6,] активизирует инфекционный процесс иммунизация поросят (особенно живыми вакцинами), а также ассоциированная инфекция. Заболеваемость ЦВС составляет 5-20%, в отдельных случаях 50-70%. Летальность - 70-80%. Данная проблема особенно актуальна в настоящее время и Казахстане.

**Цель исследований** - выяснить патоморфологические изменения при цирковирусной инфекции свиней в условиях свиноводческих хозяйств Алматинской области Республики Казахстан.

**Методы исследований.** Работа проводилась с 2015 по 2017 гг. в условиях лаборатории «коллекции микроорганизмов» Научно-исследовательского института проблем биологической безопасности и в свиноводческих хозяйствах Алматинской области. Предварительно болезнь была диагностирована по результатам клинического и патологоанатомического исследования. Окончательный диагноз был установлен с помощью ПЦР. Диагностику цирковирусной инфекции проводили в лаборатории с помощью полимеразноцепной реакции (ПЦР), производства «Ветбиохим». Постановку ПЦР осуществляли на амплификаторе «Терцик» в режиме реального времени. Учет результатов проводили с помощью электрофореза на агарозном геле.

С диагностической целью было забито 12 голов животных с разной степенью выраженности клинических признаков цирковирусной инфекции. Их вскрытие проводили по методу Шора с последующим извлечением и исследованием внутренних органов. Полученные результаты заносили в протокол. При вскрытии отобраны образцы мышечной ткани и паренхиматозных органов для приготовления гистологических препаратов. Отобранные материалы фиксировали в 10% водном растворе формалина. Образцы толщиной 6-7 мкм после депарафинации для обзорного изучения окрашивали гематоксилин-эозином. Проводку материала осуществили согласно [7,8]. Для объективного подтверждения полученных данных наиболее характерные участки сфотографированы и представлены в работе.

**Результаты исследования.** Из анамнеза было известно, что заболевшие поросята содержались вместе. Клинически у всех поросят заболевание проявлялось следующими симптомами: низкой массой и приве-

сами, отставанием в росте, одышкой, вялостью, периодические диареи, аппетит преимущественно был в норме, депрессией, скованной походкой.

Больных цирковирусной инфекцией, наблюдали больше всего в группе дорастивания, реже на отъеме и откорме. В начале заболевания наблюдали апатию и отказ поросят от корма. У животных быстро развивался характерный признак - появление множественных петехий на коже. Данные геморрагические поражения наблюдали обычно в области задних конечностей. При прогрессировании заболевания, подобные поражения отмечали также в области живота, передних конечностей и ушей. У таких поросят развивались одышка и диарея, при этом фекалии нередко с примесью крови. В некоторых случаях, перед гибелью, кожные покровы поросят становились бледными, и при патологоанатомическом вскрытии обнаруживали признаки острого желудочного кровотечения. Болезнь проявлялась спорадически, при этом уровень заболеваемости очень низкий, а уровень смертности всегда был высокий. При вскрытии свиней патологоанатомические изменения обнаружены как в органах иммунной системы, так и во внутренних паренхиматозных органах. Большинство трупов животных, у которых при жизни наблюдали клинические признаки цирковирусной инфекции, были истощены, анемичны или желтушны. Мышечная и подкожная жировая клетчатка также имела желтушный оттенок.

При макроскопическом исследовании сердца отмечались петехиальные и полосчатые кровоизлияния под эпикардом и эндокардом. Миокард неравномерно окрашен, мягкой консистенции, на разрезе волокнистое строение не четко видно (рисунок 1).



Рисунок 1 - Зернистая дистрофия миокарда

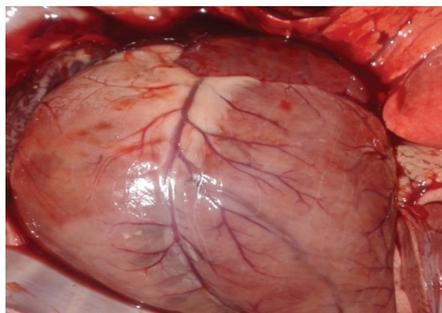


Рисунок 2 - Зернистая дистрофия печени

Печень у всех животных несколько увеличена, дряблой консистенции, неравномерно окрашена в серо-желтовато-коричневый цвет (рисунок 2). По всему органу имеются серо-белые нечетко ограниченные полосчатые участки, уходящие вглубь на всю толщину органа. Желчный пузырь у всех обследованных животных наполнен густой, темно-зеленого цвета желчью. Портальные лимфатические узлы бугристые, гиперплазированы и, кровенаполнены и имели желто-красный цвет. В ряде случаев присутствовало значительное увеличение стенки сосудов лимфатических узлов (рисунок 2).

Почки увеличены, отечные, граница коркового и мозгового слоев сглажена. У всех павших животных на поверхности почек отмечались мелкие кровоизлияния, при этом картина очень напоминала классическую чуму свиней, что требовало дифференциальной диагностики. На поверхности органа присутствовали многочисленные узелки белого цвета, слегка выступающие над поверхностью.

Патоморфологические изменения в легких были характерны для острой катаральной бронхопневмонии верхушечных долей легкого, сопровождаемое уплотнением консистенции органа. Бронхиальные лимфатические узлы были увеличены. Рыхлая соединительная ткань средостения отечна. Селезенка кровенаполнена, увеличена в размерах, темно-коричневого цвета, умеренно – плотной консистенции, по краям органа расположены в виде отдельных сосочков выступы (рисунок 3). На разрезе фолликулы почти не различимы. Соскоб пульпы отсутствовал.

Все лимфатические узлы были увеличены, особенно наружные паховые были бугристой формы, упругой консистенции, на разрезе была сочная, паренхима выступала над поверхностью разреза, в центральной части приобретали саловидный вид и бледно-розовую окраску. Стенки желудка и отдельных петель кишечника утолщены за счет отека соединительной ткани. При вскрытии поросят - сосунов в большинстве случаев встречались: энтероколит, отек брыжейки и кишечника, лимфаденит и гиперплазия регионарных лимфатических узлов (рисунок 4).

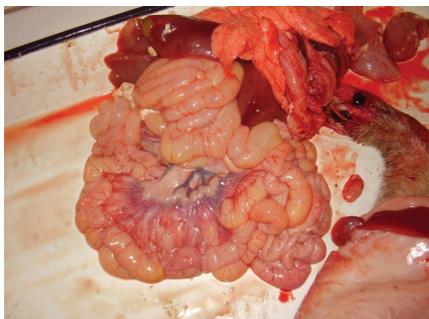


Рисунок - 3. Селезенка кровенаполнена, увеличена в размерах



Рисунок 4 - Поражение мезентериальных лимфатических узлов при цирковирусной инфекции свиней

Патологоанатомические изменения почек выражались в виде расширения просвета капилляров как в клубочках и, так и в прямых канальцах. Во всех случаях отмечались поражение сосудистых клубочков без расширения мезангиального матрикса и пролиферации мезангия с умеренным отеком и геморрагическим выпотом в просвет капсулы. Такой же геморрагический выпот отмечался в просвете расширенных канальцев. В капиллярах находились сладжированные эритроциты и перивазальные инфильтраты. В почечных канальцах изменения характеризовались дистрофическими и некротическими процессами, застоем и стазом в капиллярах. Обнаружен выраженный отёк интерстиция с очаговой инфильтрацией мононуклеарами. Зернистая и вакуольная дистрофия, массивные некрозы эпителия канальцев были постоянными гистологическими признаками. В одном случае отмечали склероз значительной части клубочков.

Гистологические изменения в печени характеризовались лимфоцитарными инфильтратами портальных триад и печеночных долек. Отмечались фокальные некрозы, локальные расширения синусов с инфильтрацией лимфоцитами и мононуклеарными клетками. Гепатоциты находились в состоянии гидропической и жировой дистрофии. Выявлена лимфоцитарная и моноцитарная инфильтрация портальных трактов от умеренной до выраженной, единичные ступенчатые некрозы гепатоцитов, гепатоциты в состоянии гидропической дистрофии слабой и умеренной степени.

В синусоидах отмечалась дегенерация эндотелиальных клеток, местами их десквамация и гибель гепатоцитов и пролиферация клеток Купфера. В гепатоцитах центральных отделов долек отмечалась гидропическая или баллонная дистрофия. Вместе с тем рассеянно по всем долькам печени встречались гепатоциты в состоянии геалиновокапельной дегенерации, которая местами доходила до формирования телец Каунсильмена, крайней степени геалиново-капельной дегенерации с некрозом гепатоцита.

Гистологические изменения скелетной мышечной ткани во всех случаях исследования были однотипными. По сравнению с тканью здоровых животных, мышечные волокна были набухшими, неравномерно утолщенными со слабо выраженной поперечной исчерченностью, в саркоплазме содержалась мелкозернистая эозинофильная масса. Ядра мышечных волокон в отдельных местах не подвергались морфологическим изменениям, но во многих участках они были завуалированы зернистой дистрофией.

В сердце миокардиоциты имеют слабо выраженную продольно-поперечную исчерченность сарколеммы. Отмечалась неравномерная гипертрофия отдельных пучков и пластов мышечных волокон, сочетающаяся с выраженным диффузно-очаговым интерстициальным воспалением.

Гистологически в лимфатических узлах и селезенки у всех свиней отмечали истощение лимфоцитов с потерей фолликулярной архитектуры. При микроскопии гистосрезов лимфатических узлов наблюдали гиперплазию коркового вещества и паракортикальной зоны, с проявлением диффузной инфильтрации клетками лимфоидно-макрофагального ряда в краевых и корковых синусах. В легких сосуды в состоянии воспалительной гиперемии. В альвеолах содержится серозно-клеточный экссудат с примесью эпителиальных клеток, лейкоцитов и небольшого числа эритроцитов. Эпителий в альвеолах набухший, в состоянии дистрофии. В других участках отмечены нарушение рисунка альвеолярного и бронхиального строения, стенки отдельных альвеол имеют разрывы, в результате чего возникают большие полости заполненные воздухом. В просвете бронхов имелось умеренное количество катарального экссудата, с содержанием клеток в основном мононуклеарно-лейкоцитарного ряда.

**Выводы.** Таким образом, при клинически выраженном течении цирковирусной инфекции свиней в печени развиваются дистрофические и некробиотические изменения, в почках острый экссудативный

гломерулонефрит и интерстициальный нефрит, в сердце интерстициальный миокардит.

### Список литературы

1. *Джупина С.И.* Факторные инфекционные болезни животных. //Ветеринария.- 2002. - №3.
2. *Капустин В.Н., Лысый В.Г.* Свиные цирковирuсы // Рацетин-форм.- 2006.- №4.
3. *Орлянкин Б.Г., Алипер Т.И., Непоклонов Е.А.* Инфекционные респираторные болезни свиней // Ветеринария. - 2006. - №7- С.18-21.
4. *Сатина Т.А.* Цирковирuсные инфекции свиней. Обзор литературы. -Владимир: ФГУ ВНИИЗЖ.- 2003. - 101 с.
5. *Allan G. M., Kennedy S., McNeilly F., Foster J.C., Ellis J.A., Krakowka S.J., Meehan B.M., Adair B. M.* Experimental reproduction of severe wasting disease by co-infection of pigs with porcine circovirus and porcine parvovirus // J. Comp. Pathol. - 2008.- Vol. 121. - P. 1-11.
6. *Bolin S.R., Stoffregen W.C.* et al. Postweaning multisystemic wasting syndrome induced after experimental inoculation of cesarean-derived, colostrumdeprived piglets with type 2 porcine circovirus //Vet Diagn Invest. - 2001. - №13. - P.185-194.
7. *Хамитов М.Р.* Морфология цирковирuсной инфекции свиней //Современные проблемы анатомии, гистологии и эмбриологии животных: сборник трудов Всероссийской интернет-конференции.- Казань: Казанский университет, 2012. - С.126-128.
8. *Хамитов М.Р., Дроздова Л.И.* Клинические и патологоанатомические признаки при цирковирuсной инфекции свиней // Сборник материалов научной конференции студентов и аспирантов. Секция ветеринарной медицины: Молодежь и наука, Ф. - Екатеринбург: Уральская ГСХА, 2009. - С.76-80.

**Султанулы Ж.**, магистр ветеринарный наук, e-mail: Jango\_76@mail.ru

**Ромашев К.М.**, кандидат ветеринарный наук, e-mail: Kana.rama@mail.ru

**Турабеков М.Р.**, магистр ветеринарный наук, e-mail: turabekov@mail.ru

*Ж. Султанулы<sup>1</sup>, К.М. Ромашев<sup>1</sup>, Е.К. Пазылов<sup>1</sup>, С. Хизат<sup>1</sup>,  
А. Джакипбекова<sup>1</sup>, М. Мамбеталиев<sup>2</sup>, Н. Есимбекова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Казахский государственный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности,  
г. Алматы, Казахстан

## **МОНИТОРИНГ ВИРУСОВ ВЫЗЫВАЮЩИХ ИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ СВИНЕЙ В КАЗАХСТАНЕ**

---

---

**Аннотация.** Цель исследования - мониторинг репродуктивно-респираторного синдрома свиней (РРСС), и цирковирусной инфекции (ЦИС) на территории Казахстана. В связи с расширением экономических, торговых и туристических связей между государствами, повышается возможность заноса особо опасных болезней животных. Проведение научного исследования было связано с эпизоотической ситуацией по репродуктивно-респираторному синдрому и цирковирусной инфекции свиней. На основании проведенных в свиноводческих хозяйствах противозпизоотических мероприятий и полученных результатов исследований сделан вывод о том, что вирусы РРСС и ЦВС циркулируют в свиноводческих хозяйствах Карагандинской, Акмолинской и Костанайской областей, независимо от проводимых профилактических мероприятий против данных инфекций, а также и в хозяйствах областей, которые не вакцинируют против ЦВС.

**Ключевые слова:** Мониторинг, возбудитель, инфекция, вирус, антиген, антитела, репродуктивно-респираторный синдром свиней, цирковирус свиней

• • •

**Түйіндіме.** зерттеудің мақсаты – Қазақстан Республикасы өңіріндегі шошқаның репродуктивті-респираторлы синдромы (ШРРСС) мен шошқаның жұқпалы цирковирус індетіне (ШЦВІ) мониторинг жүргізу. Мемлекеттер арасындағы экономика, сауда және туристік байланыстарды дамытып, кеңейтуге байланысты, Қазақстан өңірінде аса қауіпті шошқа ауруларының ауытқу мүмкіндігі артады. Ғылыми жұмысты орындау эпизоотиялық жағдайға байланысты Қазақстандағы шошқалардың репродуктивті-респираторлы синдромы мен шошқаның жұқпалы цирковирус індетіне жүргізіледі. Мақалада біздің зерттеу нәтижеміз бойынша қазіргі уақытта шошқа шаруашылықтарында жүргізілген эпизоотияға қарсы іс-шараларға және жұқпалы індетке қарсы профилактикалық іс-шараларға қарамастан Қарағанды, Ақмола және Қостанай облыстарының шошқа

фермаларындағы ШРРС және ШЦВІ індетінің вирустық айналымға түсетіні анықталып, індетке қарсы профилактикалық алдын алу іс-шараларын жүргізіп, шаруашылық аймағында ШЦВІ қарсы вакцина егуге тәуелді болдырмау мәселесі қаралады.

**Түйінді сөздер:** мониторинг, қоздырушы, жұқпалы індет, вирус, антиген, антидене, шошқаның репродуктивті-респираторлы синдромы, шошқа цирковирусы.

• • •

**Abstract.** The aim of the study is to monitor the reproductive - respiratory syndrome of pigs (PRRS), and circovirus infection (CIC) in Kazakhstan. In connection with the expansion of economic, trade and tourist ties between countries, the possibility of drifting especially dangerous animal diseases increases. The scientific research was related to the epizootic situation of the reproductive- respiratory syndrome and the circovirus infection of pigs. Based on the anti-epizootic measures carried out in pig farms and the results of the research, it is concluded that the viruses of PRRS and CIV circulate in pig farms in Karaganda, Akmola and Kostanay regions, regardless of the preventive measures taken against these infections, and also in the farms of the regions that don't vaccinate against CIV.

**Key words:** Monitoring, exciter, infection, virus, antigen, antibodies, reproductive-respiratory syndrome of pigs, circovirus of pigs

**Введение.** В связи расширением экономических, торговых и туристических связей между государствами, повысилась опасность заноса на территорию Казахстана особо опасных болезней животных, в частности свиней. Выполнение данной научной работы было связано с эпизоотической ситуацией по репродуктивно-респираторному синдрому и цирковирусной инфекции распространяемой среди свиней.

Репродуктивно-респираторный синдром свиней (РРСС) и цирковирусная инфекция (ЦИС) при возникновении оказывают огромное негативное влияние на здоровье животных, что неизменно сказывается на развитии всей мясной промышленности в Казахстане. Занесенную однажды в страну инфекцию очень трудно искоренить вследствие таких причин как наличие природных резервуаров, скрытые инфекции, полимикробного взаимодействия, отсутствия профилактических мероприятий, недостаточного снабжения лабораторий для быстрой и точной диагностики и недостаточного финансирования ветеринарных служб.

Вирус (PPCC), вызывающий заболевание известный как «синее ухо» в своё время нанес США экономические потери более чем 560 млн. долл.[1,2]. Сравнение нуклеотидных последовательностей различных штаммов показывают, что европейский (*Lelystad* штамм), американский (штамм *VR-2332*) и российские штаммы представляют три различных генотипа. Европейские и американские штаммы вируса PPCC вызывают заболевание с похожими клиническими признаками, но они представляют два разных генотипа, чьи геномы разнятся примерно на уровне 40 %, таким образом, создавая тайну в происхождении вируса [3,4]. Генетические вариации вируса выделенного в разных местах увеличивают трудность в разработке вакцин [5,6]. В настоящее время заболевание распространено по всему миру, исключая Австралию, Новую Зеландию, Финляндию, Норвегию, Швецию и Швейцарию [7]. На территории Казахстана вирус PPCC официально не зарегистрирован, хотя сотрудниками НИИПББ КН МОН РК выделены возбудители как американского, так и европейского генотипов [8,9].

Цирковирусная инфекция свиней (ЦИС) и цирковирус – ассоциированное заболевание. Различают 2 типа заболевания, вызываемого цирковирусом свиней ЦВС 2 и вначале данное заболевание называлось как мультисистемный синдром отъема [10,11]. ЦИС продолжает являться главной проблемой для многих свиноферм по всему миру [12,13]. Хотя, учеными достигнут существенный прогресс в изучении данного вируса, в понимании природы вируса все еще остаются проблемы, которые создают определенные трудности для полной ликвидации болезни. И его ликвидация пока остается отдаленной мечтой ветеринарных врачей, однако, иммунный ответ на вакцинацию замечательный. Есть еще серьезные вопросы, на которые пока нет ответа и они касаются субклинического влияния вируса на организм.

В настоящее время в Казахстане нет эпизоотологических данных по ЦИС, вследствие отсутствия диагностических средств. Однако в отдельных свиноводческих хозяйствах проводится специфическая профилактика против данной инфекции, что свидетельствует о циркуляции вируса среди свиного поголовья.

Идентифицировано три генотипа ЦВС 2, которые были названы ЦВС 2а, ЦВС 2b и ЦВС 2с [13,14]. Исторически стада свиней в США были инфицированы генотипом ЦВС 2а. В 2005 г. в Северной Америке был идентифицирован генотип ЦВС2b, позже количество зарегистрированных случаев цирковирусной инфекции свиней возросло [15,16].

Данная работа имеет большую ценность для ветеринарных служб и государственных учреждений Казахстана, и может служить моделью будущих исследований вирусных агентов. Выводы исследования существенно расширят возможности тест-систем для диагностики РРСС, ЦИС, и помогут понять географическую распространенность и генетическую вариабельность инфекций свиней.

**Цель исследования** - мониторинг репродуктивно-респираторного синдрома свиней (РРСС), и цирковирусной инфекции свиней (ЦИС) на территории Республики Казахстан.

**Методы исследований.** Работа проводилась с 2015 по 2017 гг. в условиях лаборатории «Коллекция микроорганизмов» республиканского государственного предприятия «Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности». В работе были использованы пробы патологических и клинических материалов, взятые от больных, павших и новорожденных поросят, а также кровь от здоровых свиней из свиноводческих хозяйств северных регионов республики (Карагандинская, Акмолинская, Северо-Казахстанская и Костанайская области), а также из Алматинской и Жамбылской областей.

**Культуры клеток.** Для проведения пассажных работ пробами патологических материалов и выделения изолятов вирусов, циркулирующих среди свиней вышеуказанных областей были использованы перевиваемые линии клеток *MARC-145* (клонный вариант клеток почки эмбриона макаки–резус *MA-104*), СПЭВ и РК-15, выращенные в пробирках и матрасах.

**Питательные среды.** Для культивирования превиваемых линий культур клеток использовали ростовую среду на основе питательной среды По стандартной прописи использовалась игла с добавлением фетальной сыворотки крупного рогатого скота. Промывку сформированного клеточного монослоя осуществляли стерильным раствором Хенкса. Культуру клеток, питательные среды и их компоненты получали из лаборатории клеточной биотехнологии НИИПББ.

**Применяемые реактивы и растворы:**

- антибиотики: натриевая соль бензилпенициллина, гентамицина сульфат, стрептомицина сульфат;
- 0,85 % раствор хлористого натрия (физиологический раствор);
- стерильный раствор Хенкса;
- 96 % этиловый спирт;
- фетальная сыворотка КРС;

- 6 % раствор L-глутамин;
- нейтральный раствор анолита;
- 3 % едкий натрий.

Для приготовления растворов использовали деионизированную воду с pH 6,0 и удельной электропроводностью 0,5 S/cm.

*Диагностические тест-системы:*

- ИФА наборы *AniGenPRRSAntibody* фирмы *BioNote*, (Корея);
- *Classical Swine Fever Virus (CSFV) Ab ELISA*;
- *Porcine Circovirus Type 2 (PCV-2) PCR Real-Time Detection Kit*;
- *Porcine Circovirus Type 2 (PCV-2) Antibody ELISA*;
- *Porcine Circovirus Type 2 (PCV-2) Antigen detection ELISA*;

*Лабораторное оборудование и принадлежности:* водяная баня (100°C), Россия; бытовой холодильник (4°C), Россия; низкотемпературный морозильник (минус 70°C), Франция; pH-метр, *Electrochemical analyzer C931* фирмы «*Consort*», Бельгия; аналитические электронные весы *AB104-S/FACT* фирмы «*Mettler Toledo*», Швейцария; шейкер *KS 130 basic* фирмы «*IKA*», Германия; гомогенизатор *T-25* фирмы «*IKA*», Германия; термостат с водяной рубашкой (37°C), Россия; инвертируемый микроскоп *СК-2* фирмы «*Olympus*», Япония; фильтры с диаметром пор 0,22 мкм фирмы «*Millipore*», США; автоматические пипетки на 1-5, 5-50, 10-100 мкл с наконечниками; стерильные стеклянные и одноразовые пипетки на 1, 2 и 5 мл с резиновой грушей; маркеры по стеклу; спиртовка; кюветы и штативы для пробирок; пробирки серологические; перчатки латексные и нитриловые; одноразовые медицинские маски; одноразовые ламинированные халаты; шапка-берет; стерильные пенициллиновые флаконы на 10 мл и флаконы на 500 мл; стерильная гигроскопическая вата.

#### *1. Отбор и транспортировка биологических проб*

При эпизоотологическом мониторинге для вирусологических исследований отбирали пробы от внутренних органов (легкие, печень, лимфатические узлы) и исследовали кровь свиней. Биологические пробы помещали в криопробирки с навинчивающейся полипропиленовой крышкой и наклеивали этикетку с указанием наименования пробы, даты взятия материала, названия хозяйства и помещали в сосуд Дьюара с жидким азотом. Пробирки с кровью оставляли при комнатной температуре на 30-60 мин. для образования сгустка. Затем сгусток обводили прокаленной на огне стальной спицей, чтобы отделить его от стенок пробирки. После обведения сгустка пробирки

закрывали резиновыми пробками и ставили в прохладное место или в бытовой холодильник. После чего отстоявшуюся сыворотку сливали в стерильную пробирку и помещали также в сосуд Дьюара.

### *II. Подготовка патологических материалов для вирусологических исследований*

Для вирусологических исследований из проб, взятых от органов и тканей, готовили вирусосодержащую суспензию. Для этого 1 г материала измельчали ножницами, растирая в ступке со стерильным песком или битым стеклом, добавляли постепенно 10 мл физиологического раствора или раствора Хенкса. Материал очищали от крупнодисперсных элементов путем центрифугирования при небольших скоростях (3000 об/мин.) в течение 30 мин. Надосадочную жидкость отбирали в стерильную пробирку и в полученную 10% суспензию добавляли антибиотики широкого спектра действия: пенициллина 200 ЕД/мл, стрептомицина сульфата 0,2 г/мл и гентамицина сульфата 0,75 мл/мл. Затем для выхода вируса из клетки, суспензию трижды замораживали-оттаивали при -40°C, разрушая тем самым клеточную стенку, центрифугировали при 3000 об/мин. в течение 30 мин. и надосадок использовали для вирусологических исследований.

### *III. Выделение вируса в культуре клеток.*

Для выделения вирусов, вызываемых инфекционное заболевание свиней, использовали 48-72 ч монослой культуры перевиваемых линий клеток *MARC-145*, СПЭВ и РК-15, выращенных в пробирках. Биопробы с патологическими материалами, взятыми от павших поросят, использовали для живых поросят.

Перед заражением культур клеток ростовую среду сливали, монослой промывали стерильным раствором Хенкса. Затем культуры клеток заражали суспензией, приготовленной из доставленных патологических материалов и зараженную культуру помещали в термостат на 1 ч для адсорбции. Иглу в пробирке довели до 1 мл и инкубировали при температуре 37°C. В течение 3-7 сут. велось наблюдение (световая микроскопия). О присутствии вирусов в исследуемых пробах судили по проявлению цитопатических изменений в монослой культур клеток. Пробирки с ярко выраженными цитопатическими изменениями замораживали при температуре -40°C. Инфицированные пробирки без цитопатических изменений до проведе-

ния пассажных работ хранили при низкой температуре. Выделение и культивирование вируса проводили по общепринятой методике в вирусологических боксах с соблюдением правил биологической безопасности.

#### *IV. Проведение слепых последовательных пассажей исследуемых материалов культур клеток.*

Исследуемую суспензию предыдущего пассажа трижды замораживали-оттаивали при  $-40^{\circ}\text{C}$ , разрушая тем самым клеточную стенку для выхода вируса, центрифугировали при 3000 об/мин. в течение 30 мин. и надсадок использовали для проведения слепых пассажей на соответствующих культурах клеток. При этом по 5-10 пробирок с перевиваемыми линиями клеток *MARC-145*, СПЭВ и РК-15 инфицировали исследуемыми суспензиями предыдущего пассажа в объеме по 0,2 мл. Эти пробирки инкубировали в термостате при температуре  $37^{\circ}\text{C}$  в течение 3-7 сут. Ежедневно за инфицированными пробирками вели наблюдение (световая микроскопия). О наличии патогенов в исследуемых пробах судили по проявлению деструктивных изменений в клетках. При отсутствии таковых в монослое провели следующий пассаж по вышеописанной методике.

#### *V. Серологические и молекулярные методы исследования.*

Для установления наличия специфических антител в сыворотке крови свиней к вирусу РРСС и ЦВС и их антигенов в органо-тканевых материалах использовали ИФА наборы, постановку которых осуществляли согласно рекомендациям производителя.

#### *VI. Постановка ПЦР-РВ*

Для выявления ДНК вируса в органо-тканевых материалах и в культуральных суспензиях пассажных материалов использовали ПЦР-РВ, постановку которого осуществляли согласно рекомендациям производителя.

#### *VII. Статистическая обработка экспериментальных данных*

Все эксперименты проводили с числом повторностей, обеспечивающих получение достоверных результатов. Статистическую обработку экспериментальных данных делали с вычислением среднего арифметического значения ( $\bar{X}$ ) и квадратической ошибки ( $m$ ) при помощи компьютерной программы «*Microsoft Office Excel 2010*» (таблица 1).

Таблица 1- Перечень биоматериалов, доставленных из свиноводческих хозяйств республики

| Наименование свиноводческих хозяйств                | Вид и возраст животного        | № проб п/п     | Порядковые номера хозяйства/ животных и биоматериалов |
|---|--------------------------------|----------------|---|
| 1   | 2                              | 3              | 4   |
| Каз ГРУ Холдинг Астана АГРО ГУ, Акмолинская область | поросята                       | 1              | 1/1 кровь   |
|   | слаборожденные                 | 2              | 1/1 сыворотка   |
|   |                                | 3              | 1/2 внутр. органы                                     |
|   | поросенок 1,5 мес. возраста    | 4              | 1/3 внутр. органы                                     |
|   | поросенок 2 мес. возраста      | 5              | 1/4 экссудат  |
|   | поросенок 1,5 мес. возраста    | 6              | 1/5 внутр. органы                                     |
|   | поросенок 4 мес. возраста №467 | 7              | 1/6 кровь   |
| Каз ГРУ Холдинг Астана АГРО ГУ, Акмолинская область | поросенок 4 мес. возраста №467 | 8              | 1/6 сыворотка   |
|   | поросенок 5 мес. возраста №468 | 9              | 1/7 кровь   |
|   |                                | 10             | 1/7 сыворотка   |
|   | свиноматка                     | 11             | 1/8 кровь   |
|   |                                | 12             | 1/8 сыворотка   |
|   | поросенок 21 сут. возраста     | 13             | 1/9 кровь   |
|   |                                | 14             | 1/9 сыворотка   |
|   | поросенок 28 сут. возраста     | 15             | 1/10 кровь  |
|   |                                | 16             | 1/10 сыворотка  |
|   | поросенок 38 сут. возраста     | 17             | 1/11 кровь  |
|   | 18                             | 1/11 сыворотка |   |
| хряк  | 19                             | 1/12 кровь     |   |
|   | 20                             | 1/12 сыворотка |   |
| Каз ГРУ Холдинг Астана АГРО ГУ, Акмолинская область | поросенок 1,5 мес. возраста    | 21             | 1/13 внутр. органы                                    |
|   | поросенок 1 мес. возраста      | 22             | 1/14 внутр. органы                                    |
|   | хряк                           | 23             | 1/15 кровь  |
|   |                                | 24             | 1/15 сыворотка  |
| Владимировское, Костанайская область                |                                | 25             | 2/1 внутр. органы                                     |
|   |                                | 26             | 2/1 кровь   |
|   | поросята 9 сут. возраста       | 27             | 2/1 сыворотка   |
|   |                                | 28             | 2/2 внутр. органы + экссудат                          |
|   |                                | 29             | 2/2 кровь   |
|   |                                | 30             | 2/2 сыворотка   |
|   | поросенок 1,5 мес. возраста    | 31             | 2/3 внутр. органы + язва кишечн.                      |
|   |                                | 32             | 2/3 кровь   |
|   |                                | 33             | 2/3 сыворотка   |
|   | поросенок 1 мес. возраста      | 34             | 2/4 внутр. органы                                     |
|   | 35                             | 2/4 кровь      |   |

Окончание таблицы 1

| 1                                       | 2                                      | 3   | 4                              |
|---|--|---|--------------------------------|
| Владимировское,<br>Костанайская область | поросенок 1 мес.<br>возраста           | 36  | 2/4 сыворотка                  |
|   | поросенок 2 мес.<br>возраста           | 37<br>38                                    | 2/5 внутр. органы<br>2/5 кровь |
|   | поросенок 3 мес.<br>возраста           | 39  | 2/5 сыворотка                  |
|   |  | 40  | 2/6 внутр. органы              |
|   |  | 41<br>42                                    | 2/6 кровь<br>2/6 сыворотка     |
|   | поросенок 40 сут.<br>возраста, отъемыш | 43<br>44                                    | 2/7 кровь<br>2/7 сыворотка     |
|   | Березка Агро,<br>Костанайская область  | поросенок<br>новорожденный<br>(задавленный) | 45                             |
| 46                                      |  |   | 3/1 сыворотка                  |
| 47<br>48                                |  |   | 3/2 кровь<br>3/2 сыворотка     |
| поросенок 4-6 мес.<br>возраста          |  | 49  | 3/3 кровь                      |
|   |  | 50  | 3/3 сыворотка                  |
|   |  | 51  | 3/4 кровь                      |
|   |  | 52  | 3/4 сыворотка                  |
|   |  | 53  | 3/5 кровь                      |
|   |  | 54  | 3/5 сыворотка                  |
|   |  | поросенок<br>новорожденный<br>(задавленный) | 55                             |
| Медео,<br>Карагандинская<br>область     | поросенок<br>мертворожденный           | 56  | 4/1 внутр. органы              |
|   | поросенок 30 сут.<br>возраста          | 57<br>58                                    | 4/1 кровь<br>4/2 внутр. органы |
|   | поросенок 70-75 сут.<br>возраста       | 59  | 4/3 внутр. органы              |
|   | поросенок 5 сут.<br>возраста           | 60  | 4/4 внутр. органы              |
|   | хряк 1,3 год.<br>возраста              | 61  | 4/5 внутр. органы              |
| Волынский,<br>Карагандинская<br>область | поросенок                              | 62  | 5/1 внутр. органы              |
|   | мертворожденные                        | 63  | 5/2 внутр. органы+<br>экссудат |

## Результаты исследования и обсуждение.

### 1. Лабораторные исследования доставленных биоматериалов

Для вирусологических исследований из проб органов и тканей готовили вирусодержащие суспензии. Для этого 1г каждого материала измельчали ножницами, растирая в ступке со стерильным песком или битым стеклом, добавляя постепенно 10 мл физиологического раствора или раствора Хенкса. Материал очищали от крупнодисперсных эле-

ментов путем центрифугирования при небольших скоростях (3000 об/мин.) в течение 30 мин. Надосадочную жидкость отбирали в стерильную пробирку и в полученную 10% суспензию добавляли антибиотики: пенициллина 200 ЕД/мл, стрептомицина сульфата 0,2 г/мл и гентамицина сульфата 0,75 мл/мл. Затем для выхода вируса из клетки, суспензию трижды замораживали-оттаивали при - 40°C, разрушая тем самым клеточную стенку, центрифугировали при 3000 об/мин. в течение 30 мин. и надосадов использовали для вирусологических исследований.

*II. Определение наличия специфических антител в пробах сывороток крови животных к вирусам и их антигенам.*

Пробы сывороток крови животных, доставленных из свиноводческих хозяйств, были подвергнуты исследованию на наличие специфических антител к вирусу РРСС, ЦВС с помощью следующих ИФА наборов: *AniGenPRRS Antibody* фирмы *BioNote*, (Корея) и *Ingezim PPACOMPAC 1.1.PPA.*, производитель *Igenusa®*, (Испания). *Porcine Circovirus Type 2 (PCV-2) Antibody ELISAUClassical Swine Fever Virus (CSFV) Ab ELISA* (таблицы 2,3).

**Таблица 2 - Постановка ИФА на обнаружение антител к вирусам РРСС в доставленных пробах из свиноводческих хозяйств**

| Наименование свиноводческих хозяйств                | Вид и возраст животного         | № п/п | Порядковые номера хозяйств, животных и биоматериалов | Антитела против вируса РРСС |
|---|---------------------------------|-------|--|-----------------------------|
| 1   | 2                               | 3     | 4  | 5                           |
| Каз ГРУ Холдинг Астана АГРО ГУ, Акмолинская область | поросята слаборожденные         | 1     | 1/1, сыворотка                                       | 0,491                       |
|   | поросенок 4 мес. возраста, №467 | 2     | 1/6, сыворотка                                       | –                           |
|   | поросенок 5 мес. возраста, №468 | 3     | 1/7, сыворотка                                       | –                           |
|   | свиноматка                      | 4     | 1/8, сыворотка                                       | –                           |
|   | поросенок 21 сут. возраста      | 5     | 1/9, сыворотка                                       | –                           |
|   | поросенок 28 сут. возраста      | 6     | 1/10, сыворотка                                      | –                           |
|   | поросенок 38 сут. возраста      | 7     | 1/11, сыворотка                                      | –                           |
|   | хряк                            | 8     | 1/12, сыворотка                                      | –                           |
|   | хряк                            | 9     | 1/15, сыворотка                                      | 0,413                       |

Окончание таблицы 2

| 1                                    | 2                                   | 3  | 4              | 5     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|----|----------------|-------|
| Владимировское, Костанайская область | поросята 9 сут. возраста            | 10 | 2/1, сыворотка | –     |
|                                      |                                     | 11 | 2/2, сыворотка | –     |
|                                      | поросенок 1,5 мес. возраста         | 12 | 2/3, сыворотка | –     |
|                                      | поросенок 1 мес. возраста           | 13 | 2/4, сыворотка | –     |
|                                      | поросенок 2 мес. возраста           | 14 | 2/5, сыворотка | –     |
|                                      | поросенок 3 мес. возраста           | 15 | 2/6, сыворотка | 3,715 |
|                                      | поросенок 40 сут. возраста отъемышь | 16 | 2/7, сыворотка | –     |
| Березка Агро, Костанайская область   | поросята 3-4 мес. возраста          | 17 | 3/1, сыворотка | –     |
|                                      |                                     | 18 | 3/2, сыворотка | –     |
|                                      |                                     | 19 | 3/3, сыворотка | –     |
|                                      | поросята 4-6 мес. возраста          | 20 | 3/4, сыворотка | –     |
|                                      |                                     | 21 | 3/5, сыворотка | –     |
| Волынский, Карагандинская область    | поросята мёртворожденные            | 22 | 5/2, сыворотка | –     |
| Ничаев, Карагандинская область       | поросенок 1 мес. возраста, отъемышь | 23 | 6/1, сыворотка | –     |
|                                      | поросенок 2 мес. возраста           | 24 | 6/2, сыворотка | –     |
|                                      | поросята 2,5 мес. возраста          | 25 | 6/4, сыворотка | 3,155 |
|                                      |                                     | 26 | 6/5, сыворотка | –     |
|                                      | свиноматки                          | 27 | 6/6, сыворотка | –     |
|                                      |                                     | 28 | 6/7, сыворотка | –     |
|                                      | поросенок 2 мес. возраста           | 29 | 6/8, сыворотка | 1,192 |
|                                      | поросенок 3 мес. возраста           | 30 | 6/9, сыворотка | 1,456 |
| Астра-Агро, Карагандинская область   | поросята 20 сут. возраста           | 31 | 7/1, сыворотка | –     |
|                                      |                                     | 32 | 7/2, сыворотка | –     |
|                                      | поросенок 2 мес. возраста           | 33 | 7/3, сыворотка | 2,713 |
|                                      | порос. 2,5 мес. возраста            | 34 | 7/4, сыворотка | 0,440 |
|                                      | свиноматка                          | 35 | 7/5, сыворотка | 0,467 |
| Аманжол-Агро, Костанайская область   |                                     | 36 | 8/1, сыворотка | –     |
|                                      | поросята 1,5 мес. возраста          | 37 | 8/2, сыворотка | –     |
|                                      |                                     | 38 | 8/3, сыворотка | 3,250 |
|                                      |                                     | 39 | 8/4, сыворотка | 0,951 |
|                                      | свиноматка                          | 40 | 8/5, сыворотка | 0,560 |
| Аграрное, Акмолинская область        |                                     | 41 | 9/1, сыворотка | –     |
|                                      |                                     | 42 | 9/2, сыворотка | –     |
|                                      | поросята 1,5 мес. возраста          | 43 | 9/3, сыворотка | –     |
|                                      |                                     | 44 | 9/4, сыворотка | –     |
|                                      |                                     | 45 | 9/5, сыворотка | –     |

**Таблица 3 - Постановка ИФА на обнаружение антител к вирусам ЦВС в доставленных пробах из свиноводческих хозяйств**

| Наименование хозяйств и области                     | Вид и возраст животного             | № п/п | Порядк. номера хозяйств / животных и биоматериала | Антитела к вирусу ЦВС |
|---|-------------------------------------|-------|---|-----------------------|
| 1   | 2                                   | 3     | 4   | 5                     |
| Каз ГРУ Холдинг Астана АГРО ГУ, Акмолинская область | поросенок 4 мес. возраста, №467     | 1     | 1/6, сыворотка                                    | 1,742                 |
|   | поросенок 5 мес. возраста №468      | 2     | 1/7, сыворотка                                    | 1,581                 |
|   | свиноматка                          | 3     | 1/8, сыворотка                                    | 1,672                 |
|   | поросенок 21 сут. возраста          | 4     | 1/9, сыворотка                                    | 1,033                 |
|   | поросенок 28 сут. возраста          | 5     | 1/10, сыворотка                                   | 0,688                 |
|   | поросенок 38 сут. возраста          | 6     | 1/11, сыворотка                                   | 0,324                 |
| Владимировская, Костанайская область                | поросята 9 сут. возраста            | 7     | 2/1, сыворотка                                    | 1,538                 |
|   |                                     | 8     | 2/2, сыворотка                                    | 1,580                 |
|   | поросенок 1,5 мес. возраста         | 9     | 2/3, сыворотка                                    | 1,466                 |
|   | поросенок 2 мес. возраста           | 10    | 2/5, сыворотка                                    | 0,677                 |
|   | поросенок 3 мес. возраста           | 11    | 2/6, сыворотка                                    | 0,595                 |
|   | поросенок 40 сут. возраста, отъемыш | 12    | 2/7, сыворотка                                    | 0,344                 |
| Березка Агро, Костанайская область                  | поросята 3-4 мес. возраста          | 13    | 3/1, сыворотка                                    | 0,902                 |
|   |                                     | 14    | 3/2, сыворотка                                    | 1,229                 |
| Березка Агро, Костанайская область                  | поросята 4-6 мес. возраста          | 15    | 3/3, сыворотка                                    | 1,188                 |
|   |                                     | 16    | 3/4 сыворотка                                     | 0,999                 |
|   |                                     | 17    | 3/5, сыворотка                                    | 1,188                 |
| Волынский, Карагандинская область                   | поросята мертворожденные            | 18    | 5/2, сыворотка                                    | 0,123                 |
|   | поросята 2,5 мес. возраста          | 19    | 6/4, сыворотка                                    | 0,324                 |
| Ничаев, Карагандинская область                      | свиноматки                          | 20    | 6/6, сыворотка                                    | 1,184                 |
|   |                                     | 21    | 6/7, сыворотка                                    | 1,250                 |
|   | поросенок 2 мес. возраста           | 22    | 6/8, сыворотка                                    | 1,052                 |
|   | поросенок 3 мес. возраста           | 23    | 6/9, сыворотка                                    | 1,028                 |

Окончание таблицы 3

| 1                                     | 2                             | 3              | 4              | 5     |
|---------------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|-------|
| Астра-Агро, Карагандинская область    | поросята 20 сут<br>возраста   | 24             | 7/1, сыворотка | 1,497 |
|                                       |                               | 25             | 7/2, сыворотка | 1,278 |
|                                       | поросенок 2<br>мес. возраста  | 26             | 7/3, сыворотка | 1,207 |
|                                       | порос. 2,5 мес.<br>возраста   | 27             | 7/4, сыворотка | 1,263 |
|                                       | свиноматка                    | 28             | 7/5, сыворотка | 1,656 |
| Аманжол-Агро, Костанайская область    | поросята 1,5<br>мес. возраста | 29             | 8/1, сыворотка | 0,452 |
|                                       |                               | 30             | 8/2, сыворотка | 0,834 |
|                                       | 31                            | 8/3, сыворотка | 0,807          |       |
|                                       | 32                            | 8/4, сыворотка | 0,971          |       |
|                                       | свиноматка                    | 33             | 8/5, сыворотка | 0,629 |
| Аграрное,<br>Акмолинская об-<br>ласть | поросята 1,5<br>мес. возраста | 34             | 9/1, сыворотка | 0,151 |
|                                       |                               | 35             | 9/2, сыворотка | 0,191 |
|                                       | 36                            | 9/3, сыворотка | 0,429          |       |
|                                       | 37                            | 9/4, сыворотка | 0,129          |       |
|                                       | 38                            | 9/5, сыворотка | 0,202          |       |

Как видно из данных таблицы 2, в исследованных сыворотках крови животных антитела к вирусу РРСС в ИФА обнаружены в 12-ти пробах с оптической плотностью 0,413-3,715 (значение равное 0,400 и более считается положительным результатом) в ИФА, принадлежащих к 5 свиноводческим хозяйствам 3-х областей. В частности, в 4-х пробах из 2-х хозяйств (Владимировская и Аманжол-Агро) Костанайской области, в 6 пробах из 2-х хозяйств (Ничаев, Астра-Агро) Карагандинской области, в 2-х пробах из 1-го хозяйства (Каз ГРУ Холдинг) Астана АГРО ГУ) Акмолинской области.

Как видно из данных таблицы 3, из обследованных 38 проб сывороток крови свиней в 30 пробах обнаружены антитела к вирусу ЦВС в тестируемых титрах с оптической плотностью 0,429-1,742 (значение равное 0,400 и более считается положительным результатом), в ИФА. При этом антитела к вирусу ЦВС - в 4-х хозяйствах. Это свидетельствует о том, что вирус ЦВС циркулирует среди свиней в хозяйствах: Каз ГРУ Холдинг Астана АГРО ГУ и Аграрное, Акмолинской области и Березка Агро, Костанайской области.

Анализ результатов исследований, проведенных в рамках проекта, позволяет заключить, что научно-исследовательская работа проводилась по всем направлениям, предусмотренным календарным планом.

Выполнение исследований было связано с нестабильной эпизоотической ситуацией по репродуктивно-респираторному синдрому и цирковирусной инфекцией свиней, в приграничных странах с Казахстаном. До настоящего времени в стране не было эпизоотологических данных по инфекционным заболеваниям вирусной этиологии, вследствие отсутствия в районных лабораториях необходимых диагностических средств.

В ходе проведения мониторинговых исследований в рамках данного проекта удалось установить, что в отдельных свиноводческих хозяйствах проводится специфическая профилактика против РРСС и ЦВС инфекции. Вопрос постановки диагноза к вышеуказанным инфекциям в свиноводческих хозяйствах стоит остро, в связи с отсутствием реальной помощи фермерам со стороны ветеринарных учреждений республики. Поэтому для устранения данной проблемы руководители хозяйств, прибегают услугам ветеринарных институтов и иностранных компаний, как ближнего (ВНИИЗЖ, РФ), так и дальнего зарубежья (Берингер Ингельхайм, Германия). В частности, последняя компания оказывает услуги консультативного характера на платной основе по вопросам постановке диагноза, полноценного кормления и лечения животных, при этом реализуя свои кормовые добавки, лекарственные средства и вакцины. В случае необходимости приглашаются и российские ученые.

В ходе лабораторных исследований, доставленных биологических материалов из 5-ти наиболее крупных свиноводческих хозяйств Карагандинской, Акмолинской, и Костанайской областей в количестве 146 проб было установлено, что из 38 проб сыворотки крови свиней в ИФА в 30 обнаружены антитела к вирусу ЦВС. Это 4 хозяйства из 2-х областей: Каз ГРУ Холдинг, Астана АГРО ГУ, Аграрное (Акмолинская область), Березка Агро. (Костанайская область). Также исследованиями установлено, что в 52 исследованных сыворотках крови животных антитела к вирусу РРСС в ИФА обнаружены в 12 пробах, принадлежащих к 5 свиноводческим хозяйствам 3-х областей. В частности, в 4-х пробах из 2-х хозяйств (Владимировская и Аманжол-Агро, Костанайская область), в 6-ти пробах из 2-х хозяйств (Ничаев, Астра-Агро, Карагандинская область), а также в 2-х пробах из хозяйства Каз ГРУ Холдинг Астана АГРО ГУ (Акмолинская область). Других литературных данных о наличии цирковирусной инфекции на территории Республики Казахстан не выявлено.

**Выводы.** Таким образом, по результатам проведенных исследований, а также по данным проводимых в свиноводческих хозяйствах противоэпизоотических мероприятий сделан вывод о том, что вирусы РРСС и ЦВС циркулируют в свиноводческих хозяйствах, Карагандинской, Акмолинской и Костанайской областей, не зависимо от проводимых профилактических мероприятий против данных инфекций. Кроме того:

1. Постановка ИФА на обнаружение антител к вирусам РРСС в доставленных пробах из свиноводческих хозяйств показала, что антитела к вирусу РРСС имеются 12 пробах, принадлежащих к 5 свиноводческим хозяйствам 3-х областей (Костанайская, Карагандинская, Акмолинская);

2. Опыты по постановке ИФА показали наличие антител к вирусу ЦВС в 38 пробах из обследованных 30 проб сывороток крови свиней, принадлежащих 4 хозяйствам 2-х областей, (Костанайская, Акмолинская).

3. Культивирование биологических материалов, доставленных из свиноводческих хозяйств в культурах клеток показало, что из испытанных культур клеток наиболее чувствительными для вируса ЦВС являются MARC-145 и СПЭВ. Репродукция вируса в них подтверждена в ПЦР-РВ;

4. На основании проводимых в настоящее время в свиноводческих хозяйствах противоэпизоотических мероприятий и полученных нами результатов исследований сделан вывод о том, что вирусы РРСС и ЦВС циркулируют в свиноводческих хозяйствах Карагандинской, Акмолинской и Костанайской областей, независимо от проводимых профилактических мероприятий против данных инфекций.

Исследования по выделению возбудителей инфекционных заболеваний свиней из доставленных проб и их идентификация продолжаются.

### Список литературы

1. Власов А.Н. и др. // Мол. ген., микробиол. и вирусол. – 2004. – №2. – С. 37-40.

2. Neumann E.J., Kliebenstein J.B., Johnson C.D., Mabry J.W., Bush E.J. Assessment of the economic impact of porcine reproductive and respiratory syndrome on swine production in the United States // J Am Vet Med Assoc. – 2005. – 227. – P. 385-392.

3. Allende R., Lewis T.L., Lu Z., Rock D.L., Kutish G.F., Ali A., Doster A.R., Osorio F.A. North American and European porcine reproductive and respiratory syndrome viruses differ in non-structural protein coding regions // *J Gen Virol.* – 1999. – №8. – P. 307-315.

4. Allan G.M., Ellis J.A. Porcine circoviruses: a review // *J Vet Diagn Invest.* – 2000. – №12(1). – P. 3-14.

5. Huang Y.L., Pang V.F., Pan C.H., Chen T.H., Jong M.H., Huang T.S., Jeng C.R. Development of a reverse transcription multiplex real-time PCR for the detection and genotyping of classical swine fever virus // *J Virol Methods.* – 2009. – №160. – P. 111-118.

6. Gerbera P.F., Johnsona J., Shena H., Striegelc D., Xiaoa C.T., Halbura P.G., Opriessniga T. Association of concurrent porcine circovirus (PCV) 2a and 2b infection with PCV associated disease in vaccinated pigs // *Res Vet Sci.* – 2013. – № 95(2). – P. 775-781.

7. Кукушкин С.А. Эпизоотология и меры борьбы с репродуктивно-респираторным синдромом свиней в мире и в российской федерации // *Ветеринарная патология.* – 2006.- №4. – С. 89.

8. Шкаева М.А., Цибезов В.В., Верховский О.А., Орлянкин Б.Г. ИФА для выявления антител к цирковирусу свиней второго типа // *Ветеринария.* – 2005. – № 9. – С. 20-23.

9. Абдрахманов С.К. Эпизоотический мониторинг классической чумы свиней в Республике Казахстан. Биотехнология в Казахстане: проблемы и перспективы инновационного развития // *Матер.международ.науч.-практ.конф. посв. 50-летию НИИПББ НЦБ МОН РК.* – Алматы, 2008. – С. 510-512.

10. Wensvoort G., Terpstra C., Pol JMA., Ter Laak E.A., Bloemraad M., De Kluyver E.P., Wensvoort G., Moormann R.J.M. Lelystad virus, the isolation of Lelystad virus // *Vet Q.* – 1993. – №13. – P. 121-130.

11. Christianson W.T., Joo H.S. Porcine reproductive and respiratory syndrome // *Swine Health and Production.* – 1994. – №2 (2). – P.10-28.

12. Dupont K., Nielsen E.O., Baekbo P., Larsen L.E. Genomic analysis of PCV2 isolates from Danish archives and a current PMWS case-control study supports a shift in genotypes with time // *Vet Microbiol.* – 2008. – №128. – P. 56-64.

13. Classical swine fever [[http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahm/2.08.03\\_CSF.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.08.03_CSF.pdf)].

14. *Соколов М.А.* Биологическая свойства штаммов вируса РССС: Автореф. канд. биол. наук. - Москва. 2004. – С. 23.

15. *Соколов М.А.* Биологические свойства штаммов вируса репродуктивно-респираторного синдрома свиней: автореф. канд. биол. наук: 16.00.03. – Москва, 2004. - С. 23.

16. *Тимина А.М.* Разработка методов лабораторной диагностики цирковирусной инфекции свиней: автореф. дис. канд. вет. наук: 16.00.03. -Владимир, 2006. – С. 27.

**Султанулы Ж.** – магистр ветеринарных наук, e-mail: Jango\_76@mail.ru

**Ромашев К.М.** – кандидат ветеринарных наук, e-mail: Kana.rama@mail.ru

**Пазылов Е. К.** – кандидат ветеринарных наук, e-mail: Pazylov-67@mail.ru

**Хизат С.** – магистр ветеринарных наук, e-mail: Seri83129@mail.ru

**Джакипбекова А.** – магистр ветеринарных наук, e-mail: Aziza@mail.ru

**Мамбеталиев М.** – кандидат ветеринарных наук, e-mail: Murat@biosafety.kz

**Есимбекова Н.** – магистр биотехнологических наук,  
e-mail: Esimbekova@mail.ru

# ЭКОЛОГИЯ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

---

---

МРНТИ 87.01.21

Л.С. Васильянова<sup>1</sup>, Г.А. Козбагарова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный центр государственной научно-технической экспертизы,  
г. Алматы, Казахстан

## ЭКОЛОГИЯ КАЗАХСТАНА (часть 1)

---

---

**Аннотация.** В статье описывается экологическая ситуация в Казахстане в настоящее время. Отмечены основные источники загрязнения воздуха, воды и почвы: добывающая и перерабатывающая промышленность; запуски с космодрома Байконур и попадание во внешнюю среду ядовитого ракетного горючего; радиационные отходы уранодобывающих предприятий и ядерных полигонов. Проанализированы публикации казахстанских ученых, посвященные современным высокоэффективным методам анализа загрязнителей и их влиянию на состояние природных экосистем и здоровье человека. Проблемы загрязнения и защиты окружающей среды рассмотрены в следующих экологических аспектах: водоочистка, утилизация опасных отходов, рекультивация земли, обезвреживание радиоактивных отходов, оценка загрязнения ракетным топливом. Материалы статьи могут быть полезны специалистам, работающим в области промышленной экологии, водоочистки, сельского хозяйства, биологии и медицины.

**Ключевые слова:** экология, загрязнители, водоочистка, сельское хозяйство, радиоактивные отходы, ракетное топливо.

• • •

**Түйіндеме.** Мақалада бүгінгі Қазақстандағы экологиялық ахуал көрсетіледі. Ауаны, суды және жер қыртысын ластайтын негізгі көздер: кен игеру және өңдеу өнеркәсібі; Байқоңыр ғарыш айлағынан зымырандардың ұшырылуы және улы зымыран отынының қоршаған ортаға түсуі; уран өндіруші кәсіпорындар мен ядролық полигондардың радиациялық қалдықтары көрсетілді. Қазақстандық ғалымдардың ластағыштарды талдаудың заманауи жоғары тиімді әдістері және олардың табиғи экожүйелердің және адам денсаулығына әсері туралы басылымдары талданды. Қоршаған ортаның ластануы мен оны қорғау

мәселелері келесідей экологиялық аспектілерде қарастырылады: суды тазарту, қауіпті қалдықтарды жою, топырақ құнарлығын қалпына келтіру, радиоактивті қалдықтарды залалсыздандыру, зымыран отынмен ластануды бағалау. Мақаланың материалдары өнеркәсіптік экология, суды тазарту, ауыл шаруашылығы, биология және медицина саласында жұмыс істейтін мамандар үшін пайдалы болуы мүмкін.

**Түйінді сөздер:** экология, ластағыштар, суды тазарту, ауыл шаруашылығы, радиоактивті қалдықтар, зымыран отыны.

• • •

**Abstract.** The article describes the environmental situation in Kazakhstan at present. In the article are shown the main sources of pollution of air, water and soil: mining and processing industry; launches from the Baikonur cosmodrome and getting into the environment of toxic rocket fuel; radioactive waste from uranium mining companies and nuclear test sites. Publications of Kazakh scientists on modern high-performance methods of analyzing of pollutants and their influencing natural ecosystems and human health were analyzed. The problems of pollution and protection of the environment were considers in the following environmental aspects: water treatment, hazardous waste management, land reclamation, disposal of radioactive waste, assessment of pollution from rocket fuel. The article may be useful for specialists working in the field of industrial ecology, water treatment, agriculture, biology and medicine.

**Keywords:** environment, pollutants, water treatment, agriculture, radioactive waste, rocket fuel.

**Введение.** Наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают, называется экологией. Термин «экология» (от греческого «ойкос» - дом, жилище и «логос» - наука) был предложен более 100 лет назад немецким естествоиспытателем Э. Гекелем. Достаточно часто слово экология используется для характеристики окружающей среды и людей, которые живут в ней. Однако понятие экологии гораздо шире, чем просто окружающая среда. Экологи рассматривают людей как связующее звено в сложной цепи жизни, в том числе и цепи питания. Эта цепь включает в себя млекопитающих, амфибий, беспозвоночных и простейшие организмы, а также растения, животных и человека.

Атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера, как составные и неотъемлемые части природы, представляют собой порознь единое

целое, а вместе - экосистемы Земли - исторически сложившиеся целостные, устойчиво-динамические (по Ле-Шателье) системы живых и неживых компонентов окружающей среды, характерные для всей геологической истории Земли [1]. Проблемы экологии и экологической безопасности в настоящее время являются господствующей идеологией и ключевыми вопросами современного естествознания и всего комплекса наук о Земле. Необходимость создания эффективной системы управления охраной окружающей среды и рациональным природопользованием обусловлена тем, что крупномасштабные воздействия на биосферу и экосистемы, возрастающие объемы выбросов и сбросов загрязняющих веществ многочисленными отраслями промышленности, объектами энергетики, автотранспорта и другими техногенными источниками уже достигли критических величин. Загрязняющие вещества, попадая в различные слои атмосферы, гидросферу и литосферу, накапливаясь, трансформируясь и вовлекаясь в биогеохимические циклы, могут привести к необратимым процессам на уровне отдельных регионов и даже в масштабе всей планеты [2].

Основные факторы воздействия имеющихся технологий на окружающую среду – это промышленные отходы, выбросы и сбросы. По статистическим данным, из 120 Гт ископаемых материалов и биомассы, используемых мировой экономикой за год, только 9 Гт (7,5%) преобразуется в полезную продукцию. Рост объемов отходов промышленной деятельности на Земле продолжается экспоненциально [3]. В связи с этим одной из глобальных экологических проблем является загрязнение окружающей среды различного рода токсинами техногенного происхождения.

Следует отметить, что экология любой страны определяется многими взаимосвязанными причинами, среди них физико-географические и экономические условия, социально-политическое устройство государства. Главная характерная физико-географическая особенность Казахстана – обширность его территории, внутриконтинентальное положение в центре Евразии и обусловленная этим резкая континентальность климата. Территория в основном занята степями, пустынями и полупустынями, экосистемы которых являются весьма уязвимыми для антропогенного воздействия. Они легко дестабилизируются и обладают очень слабой самовосстанавливающейся способностью. Это привело к тому, что в Казахстане более 66 % земель затронуты процессом

опустынивания. Между тем, вся жизнь на Земле зависит от тонкого, нестойкого слоя почвы, покрывающего сушу. Этот драгоценный слой, по подсчетам ученых, является самым молодым на нашей планете, формируется мучительно долго, но может быть разрушен с невероятной быстротой. Образование слоя почвы в несколько сантиметров происходит в течение столетий, однако при нерациональном использовании он может быть унесен ветром и смыт водой всего за 1 год.

Характерная неустойчивость почвы, скудность растительности, резко континентальный климат республики и антропогенные влияния многократно ускоряют процесс опустынивания. Экстенсивное развитие сельского хозяйства приводит к деградации земель и оскудению ландшафтов. В результате массированного освоения степной целины пашни потеряли до 30 % гумуса, во многих регионах произошли засоление и снижение плодородия почв. Итогом стали деградация пастбищ, утрата генофонда растительного и животного мира и, как следствие, целая цепь экологических бедствий, существенно ухудшивших условия жизни и здоровья населения.

Казахстан относится к категории стран с большим дефицитом водных ресурсов. В настоящее время водные объекты интенсивно загрязняются предприятиями горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, коммунальными службами городов и представляют реальную экологическую угрозу. Наиболее загрязнены р.Иртыш, Нура, Сырдарья, Или, оз.Балхаш. Нерациональное использование природных ресурсов и развитие орошаемого земледелия привело к нехватке воды в бассейнах малых и крупных рек Казахстана. За десятилетний период исчезло Аральское море. Озеро Балхаш ожидает такая же судьба, если не будут предприняты срочные меры. Казахстан занимает самое последнее место в СНГ по обеспечению чистой пресной водой жителей республики, т.е. её катастрофически не хватает. Эта проблема усугубляется ещё и тем, что поверхность водоёмов загрязнена. В них выбрасывается около 200 млн. кубометров грязных сточных вод. Загрязнению подвержены также подземные воды, являющиеся основным источником питьевого водоснабжения населения. Выявлено около 3 тыс. очагов заражения подземных вод, площадь которых составляет несколько сотен кв. км.

**Атмосферный воздух** является одним из основных жизненно важных элементов. Атмосфера (от греческого слова *atmos*-воздух и

sphaira-шар) - это не только воздух, которым дышат люди, животные, растения, это также газообразная оболочка земного шара, предохраняющая его от чрезмерно резких колебаний температуры (без атмосферы суточные колебания температуры достигли бы 200°C) и защищающая всё живое от вредного излучения Солнца и космического пространства. Она является резервуаром кислорода - необходимого компонента протекающих в организме окислительно-восстановительных реакций. Загрязнение воздушного бассейна страны обусловлено тем, что большое количество предприятий, заводов, особенно перерабатывающего и энергетического профилей, имеют устаревшую и несовершенную технологию очистки и фильтрации. Наиболее вредные производства в Казахстане – это свинцово-цинковое в районе г.Усть-Каменогорска, хромовое - в г.Актобе, свинцово-фосфатное - в г.Шымкенте, фосфорное - в г.Таразе.

В атмосферу районов размещения современных предприятий цветной металлургии, а также в воздушную среду производственных помещений поступают разнообразные химические соединения, среди которых одним из ведущих является свинец. В выбросах отходов свинцового производства ежесуточно содержится до тонны и более свинца, загрязняющего атмосферный воздух, воду, растения, почву на большие расстояния. Стационарными источниками загрязнения атмосферы г.Актобе являются заводы ферросплавов (АЗФ) и хромовых соединений (АЗХС), которые выбрасывают комплекс токсикантов: сероводород, фтористый водород, шестивалентный хром, сернистый ангидрид, окислы азота [4].

Деградация окружающей среды особенно проявляется в местах концентрации промышленных предприятий, а сами промышленные регионы превращаются в очаговые зоны глубоких изменений в литосфере и биосфере. В пятикилометровой зоне влияния предприятий, выпускающих фосфор и фосфорные удобрения, концентрация фтора достигает иногда 100-200 мг/м<sup>3</sup>. Под воздействием таких выбросов снижается фотосинтез, наблюдается угнетение растительности. Газообразные выбросы фосфорного производства содержат такие вредные компоненты, как фосфин, фосфор, пентаоксид фосфора, фтор и его соединения, мышьяк, серу и ее соединения. В фосфорном производстве образуется также значительное количество сточных вод. Компоненты, входящие в их состав (фосфорная кислота,

мышьяк, фтор, тяжелые металлы), очень токсичны, обладают высокой реакционной способностью, отрицательно воздействуют на биосферу, почву, гидросферу.

Значительный вклад в загрязнение воздушного бассейна и других компонентов окружающей среды вносит автотранспорт республики. Его выбросы, особенно в городах, составляют от 25 до 50%. В течение года среднегрузовой автомобиль выбрасывает, кг: угарного газа 315, углеводов 410, окислов азота до 335. Легковой автомобиль выбрасывает соответственно СО-510, углеводов-42, окислов азота-36 кг/год. Из углеводов наиболее опасным является бенз(а)пирен, который вызывает некоторые онкологические заболевания. Загрязнение атмосферы городов твёрдыми и газообразными поллютантами уменьшает интенсивность солнечного света, засоряет воздух значительным количеством твёрдых частиц. Наиболее загрязнён атмосферный воздух над Восточно-Казахстанской, Карагандинской, Павлодарской областями.

Следующая экологическая проблема - накопление разнообразных отходов. Из недр республики извлекается ежегодно свыше 360 млн. т минерального сырья, а в перспективе эти цифры значительно вырастут. Из них не более 2% переводится в конечный продукт, остальные 98% возвращаются природе в виде отходов. В выступлении президента РК Н. А. Назарбаева на I Казахстанском Международном конгрессе по минеральным ресурсам и металлургии «Astana Minerals & Metallurgy – АММ-2010» отмечается: «В стране сейчас накопилось в целом более 30 млрд. т вторичных ресурсов, в том числе 20 млрд. т техногенных отходов горно-металлургического комплекса. Из этих 20 млрд. т скопившихся отходов более трети – токсичные». Следует отметить, что в РК отсутствует государственная система управления отходами, включающая мониторинг, хранение, переработку, утилизацию промышленных и бытовых отходов.

**Промышленные отходы**, в т.ч. токсичные, до настоящего времени складированы и хранятся в различных накопителях, зачастую без соблюдения соответствующих экологических норм и требований. В результате этого почва, подземные и поверхностные воды многих регионов подвержены интенсивному загрязнению. Основная масса твердых бытовых отходов без разделения на компоненты вывозится и складировается на открытых свалках, 97% которых не соответствует

требованиям природоохранного и санитарного законодательства РК. Только около 5% твердых бытовых отходов подвергается утилизации и сжиганию.

На сегодняшний день особую опасность для экологии Казахстана представляет деятельность различных транснациональных компаний, активно осваивающих нефтяные богатства. Дело в том, что нефтяные загрязнения по степени негативного влияния на флору и фауну стоят на первом месте практически во всех нефтедобывающих странах мира. Большой проблемой также является утилизация попутного нефтяного газа при добыче углеводородов. Сжигание попутного газа на факелах, сопровождаемое выбросами в атмосферу углекислого газа, окислов азота, диоксида серы и сажи, приводит к огромному расходу кислорода и выделению избыточного тепла. Все это губительно сказывается на экологии Земли, способствует усилению парникового эффекта и наносит вред здоровью людей.

Значительное загрязнение окружающей среды Казахстана происходит вследствие многочисленных запусков с космодрома Байконур, так как в каждой отделяющейся первой ступени, по оценкам экспертов, может оставаться до 1,5 т не использованного горючего – ядовитого гептила, так называемого гарантийного запаса, который выпадает на землю при запуске ракетносителя.

Создание ядерного оружия, развитие ядерной энергетики, широкое внедрение ядерно-физических методов во всех областях науки и техники положили начало образованию совершенно нового типа техногенных отходов – радиоактивных, которые из-за содержания в них радионуклидов нельзя безопасно ни уничтожить, ни захоронить [5]. Хотя количество радиоактивных отходов (РАО) по сравнению с другими техногенными отходами ничтожно мало (объем производимых за год РАО составляет ~ 0,5% от всех промышленных отходов), их специфика требует разработки особых технологий обращения с ними и применения специальных методов обеспечения безопасности для человека и биосферы. Необходимо создание оптимальных способов захоронения высокотоксичных или высокордиоактивных отходов, исключающих в течение длительных периодов времени попадание токсинов в окружающую среду.

Ниже представлены публикации казахстанских ученых по решению проблем загрязнения и защиты окружающей среды в различных

аспектах: водоочистка, утилизация опасных отходов, рекультивация земли, обезвреживание радиоактивных отходов, оценка загрязнения ракетным топливом. Показаны значимость и актуальность исследований, результатом которых являются указанные работы.

Исследование строения и токсичности химических веществ является важным условием оценки их воздействия на окружающую среду [6]. Знание экологического поведения химических веществ составляет фундаментальную часть процесса оценки риска. В статье обсуждаются различные методы ранжирования ряда органических загрязнителей в соответствии с параметрами их устойчивости, биоаккумуляции и токсичности [7]. Традиционно рейтинг был выполнен как абсолютное (общее) ранжирование с применением различных методов многокритериального анализа данных, таких как ранжирование с простым аддитивным рейтингом (SAR) или различными полезными функциями (UF). Привлекательной альтернативой этим ранжирующим методологиям может стать метод частичного порядка ранжирования (POR). Проведено сравнение указанных методов ранжирования - SAR, UF и POR. Отмечено значительное расхождение между рейтингами, и делается вывод о том, что ранжирование частичного порядка, как метод без каких-либо предварительных предположений относительно возможной связи между отдельными параметрами, представляется наиболее привлекательным. В дополнение к первоначальной методологии ранжирования частичного порядка предлагается широкий спектр аналитических инструментов для определения взаимодействия между объектами, которые должны быть ранжированы, и параметрами ранжирования. В настоящем исследовании включен анализ относительной важности одиночных параметров P, B и T.

**Водоочистка.** Наиболее «древней» экологической проблемой, которая решалась человеком, была очистка воды различными способами. Механическая очистка предусматривает фильтрацию сточных вод через емкости и их отстаивание. Химическая очистка обеспечивает быстрое выведение из воды вредных веществ в осадок с помощью химических препаратов. При биологическом способе очистки происходит разложение вредных примесей под воздействием специально запущенных микроорганизмов. Согласно санитарным нормам, в естественные водоемы должны сбрасываться сточные воды, про-

шедшие неоднократную очистку и имеющие допустимый уровень загрязнения.

Здоровье населения в значительной степени определяется качеством потребляемой воды, поэтому ученые постоянно уделяют внимание этой проблеме. Представлен обширный обзор литературы по вопросам здравоохранения, связанным с состоянием водоснабжения в Центральной Азии [8]. Отмечено, что неравномерное распределение водных потоков во времени и пространстве приводит к тому, что страны Центральной Азии развиваются в условиях растущего дефицита воды. Деградация систем водоснабжения и водоочистки часто бывает настолько серьезной, что вызывает высокие потери и недостаточную очистку воды. В этом контексте наиболее уязвимы сельские районы. Невысокие тарифы в сочетании с отсутствием учета и низким уровнем сбора платежей за воду не покрывают расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание основных служб водоснабжения и водоочистки. В результате этого вода содержит как микробиологические, так и др. загрязнители, в том числе гельминтоз и кишечные инфекции, которые оказывают негативное влияние на состояние здоровья населения в Центральной Азии. Помимо этого р.Амударья и Сырдарья подвергаются сельскохозяйственному и промышленному загрязнению. Концентрации меди, цинка и хрома в воде превышают предельно допустимые нормы. Для решения указанных проблем систем водоснабжения и водоочистки требуется выделение соответствующих государственных средств. Сделано заключение, что для эффективного развития стран Центральной Азии существует настоятельная необходимость в укреплении системы мониторинга окружающей среды. Изложены существующие юридические проблемы и механизмы совместного управления трансграничными водными ресурсами в Центральной Азии [9].

Управление трансграничными водными ресурсами было сформировано в Центральной Азии после распада Советского Союза и возникновения национальных систем водного права. Однако для его совершенствования требуется усиление межгосударственного сотрудничества на всех уровнях. Совместные механизмы управления, которые в соответствии с международной правовой практикой используются в настоящее время в отношении трансграничных водных бассейнов, все еще далеки от совершенства. Самым развитым в

Центральной Азии является механизм Международного фонда спасения Арала (МФСА), представляющий все государства на региональном уровне управления водными ресурсами. Юридический статус МФСА предусматривает решение текущих проблем на всех институциональных уровнях межгосударственного сотрудничества в Центральной Азии. Кроме того, он отражает необходимость дальнейшего развития механизма управления трансграничными водами в регионе. Там рассмотрены современное состояние и пути вывода из кризиса водного бассейна Иле-Балхаш в Казахстане [10]. Следует отметить, что данный регион в настоящее время находится в сложном экологическом положении, однако ситуация является обратимой в случае принятия необходимых мер. В дополнение к теоретическому подходу в документе обсуждаются все причины и факторы, которые могут определять будущие сценарии развития региона. Путем нахождения адекватных сходств и корреляций оценивается степень экологической устойчивости региона. Разрабатываются конкретные меры по изменению природного состояния данного водного бассейна, полученные от использования различных инструментов моделирования.

Особое беспокойство вызывает постоянный рост загрязнения водоснабжения тяжелыми металлами. Такие элементы, как ртуть и кадмий являются токсичными для человека уже при чрезвычайно низких концентрациях. Серебро, хром, свинец, медь и цинк также обладают токсичными свойствами, хотя их концентрации, представляющие опасность, на порядок выше, чем соответствующие концентрации кадмия или ртути. Удаление или снижение общей концентрации тяжелых металлов ниже 10 мг/л является задачей первостепенной важности при обработке любых сточных вод. В то же время целесообразность полного извлечения ионов тяжелых металлов из сточных вод обусловлена не только необходимостью защиты окружающей среды, но и ценностью самих металлов. Поэтому особое внимание уделяется технологиям, позволяющим не только очищать сточные воды, но и эффективно извлекать из них металлы.

Подземные воды, используемые в населенных пунктах Восточно-Казахстанской области, характеризуются достаточно высокой жесткостью и повышенным содержанием ряда примесей, в частности, ионов тяжелых цветных металлов. В этой связи проведены ис-

следования по очистке природных вод от солей жесткости цеолитами Тайжугенского и бентонитовыми глинами Таганского месторождений [11]. Установлено, что цеолиты позволяют улучшить качество воды на 30-50%, а бентонитовые глины – на 50-70%. При обработке воды бентонитовыми глинами даже при малых расходах сорбента (Т:Ж=1:200, т.е. 5 кг сорбента на 1 м<sup>3</sup> воды) достигается высокая степень ее очистки – более 85 %. Такую воду можно использовать не только на хозяйственно-бытовые нужды, но и в производствах, где требуется практически обессоленная вода (теплоэнергетика, получение редких металлов).

Учёными страны планомерно изучена возможность использования бентонитовой глины различной модификации для очистки сточных вод ГКП «Оскемен Водоканал» от ионов тяжелых металлов. Лучшие результаты были получены при использовании термически (120°C, 4 ч) и кислотнo-активированного 20 %-ной серной кислотой бентонита 14-го горизонта Таганского месторождения. При массе навески 1 г степень извлечения меди составляет 77-95 %, а при массе 2 г – 84-96%. Степень извлечения меди зависит от количества бентонита. После обработки бентонитом содержание меди в сточных водах не превышает норм ПДК [12].

В научных трудах были представлены результаты комплексной очистки шахтной воды Белоусовского полиметаллического месторождения Восточно-Казахстанской области [13]. В качестве сорбента для очистки шахтной воды был испытан природный щелочной бентонит 14-го горизонта Таганского месторождения. Установлено, что лучшими сорбционными свойствами обладает термообработанный при 110 °С и активированный в течение 4-х ч 20%-ной серной кислотой бентонит, который обеспечивает практически полное извлечение ионов тяжелых металлов из шахтной воды.

Процесс очистки нефтесодержащих сточных вод проводился с помощью бентонитсодержащих сорбентов Кынгракского месторождения Южно-Казахстанской области, активированных серной и азотной кислотами в интервале концентраций 5-20%. Максимальная величина адсорбции нефтепродуктов - 0,39 и 0,58 мг/г - отмечена для бентонитов, активированных 5- и 10%-ми растворами серной кислоты. Увеличение концентрации серной кислоты до 15 и 20% для активации бентонита снижает адсорбцию нефтепродуктов до 0,25

и 0,22 мг/г соответственно, что связано с разрушением кристаллической решетки минерала. При активации бентонитов азотной кислотой максимальная величина адсорбции нефтепродуктов 40 мг/л установлена для образца, обработанного 10%-ной  $\text{HNO}_3$ . Эта величина в 2 раза больше, чем у проб, активированных 5%-ым раствором  $\text{HNO}_3$  и в 3 раза больше, чем адсорбция на образцах, обработанных 15- и 20%-ми растворами  $\text{HNO}_3$  [14].

С использованием модифицированного железом диатомита (D-Fe) были проведены эксперименты по удалению мышьяка из загрязненной воды. Гидроксид железа, нанесенный на пористый диатомит (D-Fe), является недорогим материалом с высоким потенциалом адсорбции из-за его сродства к ионам арсената [15]. Эффективность данного сорбента изучена в зависимости от pH, времени контакта, содержания железа в D-Fe и присутствия конкурентных ионов, силикатов и фосфатов. Установлено, что максимальная сорбционная емкость при pH 4 и 17% железа составляла 18,12-40,82 мг мышьяка/г D-Fe; при pH 4 и 10% железа - 18,48-29,07 мг мышьяка/г D-Fe. Снижение адсорбции отмечено в присутствии ионов фосфата и силиката. Показано, что наибольшее влияние на величину адсорбции оказывает содержание железа в составе сорбента. Разница в величине адсорбции сорбентов с 10% и 17% железа превысила влияние всех других исследуемых параметров.

Не так давно была представлена технология очистки сточных вод с целью получения микрогалогеенной биомассы для производства биодизеля [16]. Из сточных вод г. Алматы были выделены пять культур микроводорослей и идентифицированы как штамм *Chlorella vulgaris* №1, *Chlorella* sp. Штамм. №3, *Scenedesmus obliquus*, *Phorridium foveolarum* и *Lynbbya limnetica*. Среди этих штаммов штамм *C. vulgaris* №1 характеризовался максимальными темпами роста и продуктивностью. Массовое культивирование этого штамма в сточных водах привело к накоплению  $5 \times 10^7$  клеток на мл за 16 дней и удалению примерно 95% загрязняющих веществ из воды. Установлено, что клетки *C. vulgaris* состоят из 35% белков, 29% углеводов, 30 % липидов и 6 % золы в расчете на сухое вещество. Основные жирные кислоты *C. vulgaris* представлены пальмитиновой, цис-7,10 гексадеценовой, линолевой и  $\alpha$ -линоленовой кислотами. По результатам эксперимента сделано заключение, что клетки штамма *C. vulgaris*

подходят как для очистки сточных вод, так и для накопления биомассы для дальнейшего производства биодизеля.

Разработана электрохимическая бесхлоридная дезинфекция воды, загрязненной бактериями сальмонеллы тифимурия [17]. Дезинфекция проводилась в системе циркуляции с использованием электрохимической ячейки с электродами из нержавеющей стали. В качестве электролита ячейки использовали сульфат аммония. При оценке эффективности процесса установлено, что количество бактерий снижалось прямо пропорционально времени обработки воды и концентрации гидроксильных радикалов, генерируемых электролизом. Присутствие радикалов OH было обнаружено с помощью N, N-диметил-п-нитрозоанилина (RNO), используемого в качестве спин-ловушки. Аналогичные эксперименты были проведены с пробами сточной воды после промывки домашней птицы на птицефабриках, дополнительно зараженной бактериями *S. typhimurium*. Рекомендованы меры по повышению эффективности процесса и сокращению времени обработки воды.

Представлены результаты дальнейшего развития технологии электрохимической бесхлоридной дезинфекции воды [18]. Деионизированная вода, загрязненная бактериями *Salmonella typhimurium* (*S. typhimurium*) или *E. coli* B, дезинфицировалась переменным током. В качестве электролитов, помимо сульфата аммония, использовали нитрат натрия и фосфатный буфер. Дезинфекция проводилась в системе циркуляции, включая электрохимическую ячейку с тремя типами электродов: нержавеющая сталь, титан и никель. Как и в предыдущих экспериментах, количество бактерий снижалось прямо пропорционально времени обработки воды и концентрации гидроксильных радикалов, генерируемых электролизом.

Разработан новый композитный фильтрующий материал для быстрого и эффективного удаления полярных органических загрязнителей из воды [19]. Композит изготовлен из углеродных микрочастиц на основе фенольной смолы с контролируемой пористой структурой и удельной поверхностью. Обнаружено, что композитный фильтр сохраняет высокую адсорбционную способность углеродных микрочастиц, одновременно улучшая скорость диффузии органических загрязнителей. Для установления предельной величины адсорбции фильтра использовалась вода, содержащая органические

соединения как с допустимым, так и с высоким уровнем загрязнения. Тестирование композита пробами воды, загрязненными пестицидами атразином (32 мг/л) и малатионом (16 мг/л), показало максимальную адсорбционную способность, равную 641 и 591 мг загрязняющего вещества/г углерода соответственно. Высокая адсорбционная способность сохранялась и при использовании воды с большим содержанием общего органического углерода и солености. Результаты испытаний фильтратов воды *in vitro* с эпителиальными клетками человека свидетельствуют об отсутствии их цитотоксичности после первоначальной промывки.

**Утилизация опасных отходов.** В Казахстане развита добывающая и перерабатывающая промышленность и темпы роста этих отраслей постоянно наращиваются. Строятся и вводятся в эксплуатацию крупные промышленные объекты, что приводит к повышению загрязнения и ухудшению экологии республики в целом. Для решения вопросов охраны окружающей среды необходимо учитывать международный опыт разработки нормативных документов по управлению и утилизации опасных отходов.

Так, в обзоре [20] представлено законодательство Европейского союза, а также схемы международного управления бытовыми опасными отходами. Кроме того, описаны источники, типы и величины затрат на производство, сбор и переработку опасных отходов. Отмечено, что термин, используемый для обозначения опасных отходов, образующихся в домашних хозяйствах, не имеет четкого определения в законодательстве. Кроме того, отсутствие положения об обязательном отделении опасных отходов от прочих бытовых отходов, а также использование различной терминологии затрудняют установление количества и состава этого вида загрязнений. Данный обзор призван восполнить недостающую информацию для разработки соответствующих руководящих документов по управлению отходами на мировом уровне.

Описаны законодательные акты Европейского союза по управлению сточными водами [21]. В соответствии с природоохранным законодательством Европейского союза, последние 30 лет управление сточными водами прямо или косвенно регулируется различными законодательными инструментами и актами. В то же время отмечено, что, несмотря на позитивные изменения, необходимо постоянное

совершенствование и более интенсивное применение указанных документов. С этой целью требуется установление лимитов для концентрации ряда органических веществ, соблюдение правил утилизации и окончательного удаления этого вида загрязнений.

Обсуждаются вопросы экологической безопасности и возможные пути решения проблемы утилизации и переработки нефтяных отходов [22]. Представлен способ очистки нефтяных отходов путем воздействия на структуру углеводородов солнечной энергией. Разработана и подробно описана экспериментальная установка для очистки нефтезагрязненных отходов. Приведены результаты экспериментальных исследований по очистке нефтяных отходов в солнечном устройстве, оснащенный концентрирующими элементами. В продолжение этих исследований разработаны методика и экспериментальная установка по извлечению нефти из нефтесодержащих отходов и ее очистке с использованием солнечной энергии [23]. Метод основан на альтернативных способах воздействия на структуру углеводородов. Проводятся также физико-химические исследования нефтезагрязненных отходов до и после термической обработки с применением солнечной энергии.

Для очистки разливов нефти испытан сорбент на основе термически обработанной шелухи риса [24]. Установлено, что полученный сорбент обладает пористой структурой и высокой сорбционной способностью по отношению к сырой нефти, равной 15 г/г. С использованием рентгеноструктурного анализа, FUR-спектрометрии и сканирующей электронной микроскопии (SEM) были изучены фазовый состав, микроструктура и морфология исходной и термообработанной шелухи риса. Результаты исследований SEM подтверждают, что термическая обработка значительно улучшает структуру и пористость обработанной шелухи по сравнению с исходными образцами.

**Рекультивация земли.** Во время целинной кампании 1954-1963 г. около 23 млн. гектаров степных пастбищ Северного Казахстана были преобразованы в пахотные земли. Однако развал Советского Союза в 1991 г. вызвал широкомасштабный отказ от сельского хозяйства, и многие пахотные земли вновь превратились в лугопастбищные угодья. Для оценки состояния сельскохозяйственных земель Костанайской области Казахстана проведен анализ изменения их поч-

венного покрова за 1953-2010 гг. [25]. Кроме того, определен потенциал нынешних свободных пахотных земель для рекультивации. С использованием архивных карт сопоставлен почвенный покров пахотных земель до и после целинной кампании - в 1990, 2000 и 2010 гг. Установлено, что площадь возделываемых земель в 1990 г. достигла максимума - примерно 3,1 млн. га, 38% из которых в 1954-1961 гг. были преобразованы из лугов. После распада Советского Союза 45% земель не возделывались и к 2000 г. вернулись в лугопастбищные угодья. После 2000 г. процесс сокращения и рекультивации пахотных земель был сбалансирован. С помощью пространственных логистических регрессий выявлено, что расширение пахотных земель во время целинной кампании в значительной степени было связано с благоприятными условиями агроэкологии. После 2000 г. возделывание сельскохозяйственных культур также происходило на землях с относительно благоприятными условиями агроэкологии. Сделано заключение, что в настоящее время потенциал расширения пахотных земель значительно ниже, чем принято считать, и возможен только за счет маргинальных земель. Главной задачей для обрабатываемых земель является повышение урожайности возделываемых культур. Приоритетными направлениями использования маргинальных земель должны стать обширный выпас скота и сохранение их биоразнообразия.

Необходимо отметить, что 187 млн. га. пастбищ в Казахстане играют ключевую роль в экономике сельского хозяйства страны, поскольку являются базой для животноводства, доля которого в 2010 г. составила 54% от общего объема сельскохозяйственного производства. Однако в настоящее время более половины пастбищных земель деградировали в результате нерегулируемой практики выпаса. Для обеспечения эффективного управления необходим долгосрочный экологический мониторинг пастбищ. В связи с этим с использованием технологий дистанционного зондирования и моделирования проведена экологическая оценка пастбищных угодий [26]. Изучен южный Балхашский район – предгорная равнина с артемийскими эфемерными растениями и песчаная равнина с псаммофильной растительностью в пустыне Туран. Оценка проводилась на основе результатов дистанционного зондирования и метеорологических данных, геоботанических архивов и периодических выборок на местах. Агромете-

орологическая модель использовалась для расчета биологических, экологических и экономических показателей состояния пастбищ. Сделано заключение, что суммирование результатов полевых исследований, метеорологических наблюдений, дистанционного зондирования и экологического моделирования позволяет объективно оценить экологическое состояние пастбищных угодий. Полученная информация дает представление о возможности производства кормов, что имеет решающее значение для рационального выпаса скота и сохранения окружающей среды.

В Казахстане существует серьезная проблема поиска путей очистки земельных участков, загрязненных пестицидами [27]. В частности, такими местами являются разрушенные хранилища пестицидов, не соответствующие санитарным нормам хранения. Одним из потенциальных методов снижения воздействия этих ядовитых соединений на почву является фиторемедиация. Генетическая неоднородность популяций диких и сорных видов, растущих на загрязненной пестицидами почве, является источником появления растений, устойчивых к этим условиям. Такие виды растений могут быть использованы для фиторемедиации загрязненной почвы. В 2008-2009 гг. и 2011 г. была проведена инвентаризация в общей сложности 354,7 т устаревших пестицидов, хранящихся в 80 бывших хранилищах в Казахстане (Алматинская область), для оценки их состояния и влияния на окружающую среду. В почве обнаружены остатки хлорорганических пестицидов, включая метаболиты дихлордифенилтрихлорэтана и изомеров гексахлорциклогексана. Концентрация пестицидов в почве вокруг 24 хранилищ превышала максимально допустимую норму, равную 100 мкг/г. Из колоний растений, выросших в районе бывшего хранилища, были выбраны 17 устойчивых к пестицидам видов диких растений. Эти однолетние и двулетние растения обладают способностью накапливать остатки хлорорганических пестицидов и тем самым снижать их концентрацию в почве. Основным органом накопления хлорорганических пестицидов является корневая система. Показано, что скорость накопления хлорорганических пестицидов является специфической характеристикой каждого вида растений и зависит от степени загрязнения почвы. Сделано заключение, что результаты этих исследований могут быть использованы для разработки технологий фиторемедиации загрязненных пестицидами почв.

**Выводы.** Исключительное внимание, уделяемое экологическим проблемам, обусловлено тем, что в настоящее время весьма ощутимыми становятся негативные последствия широкомасштабных антропогенных воздействий на биосферу, непрерывно возрастающего загрязнения атмосферы, гидросферы и почвенно-растительного покрова. Оценки последних десятилетий показывают, что объемы промышленных выбросов и сбросов загрязняющих веществ приобретают угрожающий характер и могут привести в недалеком будущем к необратимым процессам в экосистемах на региональном уровне и в глобальных масштабах. В государственных программах охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов Казахстана определены основные направления природоохранной деятельности, актуальные на современном этапе развития. В них поставлены задачи по сохранению и приумножению природных ресурсов, улучшению состояния окружающей среды. В «**Стратегии-2030**» Республики Казахстан «**улучшение питания, чистоты окружающей среды и экологии**» является одним из приоритетных направлений. Руководствуясь стратегическими направлениями природоохранной деятельности государства, отечественные ученые последовательно занимаются накоплением данных о современном состоянии среды, знаний о взаимодействии важных экологических факторов, а также разработкой новых методов уменьшения и предотвращения вреда, наносимого природе человеком.

### Список литературы

1. *Сатпаев А.Г., Махмутов Т.Т., Порядин В.И.* Ресурсы и использование пресных подземных вод Казахстана в условиях техногенеза. - Алматы: Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина.-2013.
2. *Разяпов А.З., Воронич С.С., Ломакин Г.В., Махомов Д.Е., Багрянцев В.А.* Методологические основы и принципы формирования структуры многоуровневых систем экологического мониторинга // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов.- 2014.- № 9.- С. 3-29.
3. *Муратов О.Э., Тихонов М.Н.* Проблемы обращения с радиоактивными отходами и облученным ядерным топливом в условиях инновационного развития ядерной энергетики //Научные и технические аспекты охраны окружающей среды.- 2012.- №1.- С. 81-97.

4. Мамырбаев А.А. Токсикология хрома и его соединений. – Актобе, 2012.- 284 с.

5. Тихонов М.Н., Рылов М.И. Комплексная оценка ядерно-радиационного наследия России//Проблемы окружающей среды и природных ресурсов.- 2007.- №3 .- С. 62-71.

6. Carlsen L., Bruggemann R., Sailaukhanuly Y. Application of selected partial order tools to analyze fate and toxicity indicators of environmentally hazardous chemicals// Ecological indicatorS.- 2013.- Т. 29.- С. 191-202.

7. Sailaukhanuly Y., Zhakupbekova A., Amutova F., Carlsen L. On the ranking of chemicals based on their PBT characteristics: Comparison of different ranking methodologies using selected POPs as an illustrative example // Chemosphere.-2013. - Т.90, вып.1. - С.112-117.

8. Bekturganov Z., Tussupova K., Berndtsson R., Sharapatova N., Aryngazin K., Zhanasova M. Water Related Health Problems in Central Asia-A Review // Water.- 2016.- Т.8, вып. 6. - № 219.

9. Janusz-Pawletta B. Current legal challenges to institutional governance of transboundary water resources in Central Asia and joint management arrangements // Environmental earth sciences. -2015. - Т. 73, вып. 2. - Спец. вып. SI .- С.887-896.

10. Yerzhanova S., Huszti Z. Conditions and opportunities of environment management of a problematic lake: possible control over the change of the natural condition of the ilibalkhash basin// carpathian journal of earth and environmental sciences.- 2013.- Т. 8, вып. 4.- С. 115-124.

11. Адрышев А.К., Струнникова Н. А., Карибаева М.К. Извлечение ионов металлов из загрязненных подземных вод цеолитами// Экология. - 2008.- №2.- С. 102-108.

12. Оразова С.С., Белов В.М., Евстигнеев В.В. Эффективность использования сорбентов Восточного Казахстана в очистке воды от ионов тяжелых металлов ( $\text{Cu}^{2+}$ ) //Известия Томского политехнического университета.- 2007.- Т. 311.- № 2.- С. 150-152.

13. Муздыбаева Ш.А., Теут Е.В. Коллоидно-химическая очистка шахтных вод полиметаллического месторождения от ионов тяжелых металлов ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) // Вестник КазНУ. Серия химическая.- 2012.- № 1.- С. 305-309.

14. Альжанова Б.С., Шакиров Б.С., Сатаева Л.М. Очистка нефте-содержащих сточных вод на бентонитсодержащих сорбентах Кын-гракского месторождения //Наука и образование ЮКГУ. - 2011.- №3.

15. Pantoja M.L., Jones H., Garelick H., Mohamedbakr H.G., Burkitbayev M. The removal of arsenate from water using iron-modified

diatomite (D-Fe): isotherm and column experiments // Environmental science and pollution research. -2014.- Т.21, вып.1.- С. 495-506.

16. *Zayadan B.K., Sadvakasova A.K., Ussebayeva A.A., Bolatkhan K., Baizhigitova A.M., Akmukhanova N.R., Sidorov R.A., Sinetova M.A., Los D.A.* Waste-free technology of wastewater treatment to obtain microalgal biomass for biodiesel production //Internationaljournalofhydrogenenergy.- 2017.- Т. 42, вып. 12.- С. 8586-8591.

17. *Barashkov N.N., Eisenberg D., Eisenberg S., Shegebaeva G.Sh., Irgibaeva I.S., Barashkova I.I.* Electrochemical Chlorine-Free AC Disinfection of Water Contaminated with Salmonella typhimurium Bacteria//Russian journal of electrochemistry.- 2010. - Т.46, вып.3.- С.306-311.

18. *Barashkov N.N., Eisenberg D.A., Irgibaeva I.S.* Chlorine-Free Electrochemical Disinfection of Water Contaminated with Salmonella typhimurium and E. coli B // It's all in the water: studies of materials and conditions in fresh and salt water bodies. ACS Symposium Series.- 2011.-Т.1086.- С. 21-25.

19. *Busquets R., Ivanov A.E., Mbundi L., Horberg S., Kozynchenko O.P., Cragg P.J., Savina I.N., Whitby R.L.D., Mikhalovsky S.V., Tennison S.R., Jungvid H., Cundy A.B.* Carbon-cryogel hierarchical composites as effective and scalable filters for removal of trace organic pollutants from water // Journal of environmental management. -2016.- Т.182.- С. 141-148.

20. *Inglezakis V.J., Moustakas K.* Household hazardous waste management: A review// Journal of environmental management.- 2015.- Т. 150. - С. 310-321.

21. *Inglezakis V.J., Zorpas A.A., Karagiannidis A., Samaras P., Voukkali I., Sklari S.* European union legislation on sewage sludge management//fresenius environmental bulletin . -2014.- Т.23, вып. 2А.- С. 635-639.

22. *Abdibattayeva M.M., Berdikulova F.A., Beketova A.K., Rysmagambetova A.N., Satayeva A.N.* Profound thermal treatment of oil waste in heliodevices equipped with concentrated elements // geoconference on energy and clean technologies, Серия книг: International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM.- 2014.- Vol.1. - С. 425-431.

23. *Abdibattayeva M., Umbetbekov A., Kalimbetov G., Beketova A.* Extraction of Oil in Cleaning Oily Waste in Helio Devices Equipped with Concentrating Elements //Proceedings of the 2015 international conference on materials, environmental and biological engineering. Серия книг: AER-Advances in Engineering Research. -2015.- Т. 10.- С. 258-261.

24. *Kudaibergenov K., Ongarbayev Y., Mansurov Z., Tulepov M., Tileuberdi Y.* Rice Husk Ash for Oil Spill Cleanup//Advanced research in material science and mechanical engineering, PTS 1 AND 2 Серия книг: Applied Mechanics and Materials . - 2014. - Т. 446-447. - С. 1508-1515.

25. *Kraemer R., Prishchepov A.V., Muller D., Kuemmerle T., Radeloff V.C., Dara A., Terekhov A., Fruhauf M.* Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan //Environmental research letters. - 2015.- Т. 10, вып. 5.

26. *Lebed L., Qi J., Heilman P.* An ecological assessment of pasturelands in the Balkhash area of Kazakhstan with remote sensing and models //Environmental research letters.- 2012.- Т.7, вып. 2.

27. *Nurzhanova A., Kalugin S., Zhambakin K.* Obsolete pesticides and application of colonizing plant species for remediation of contaminated soil in Kazakhstan // Environmental science and pollution research. - 2013.- Т. 20, вып. 4.- С. 2054-2063.

**Васильянова Л.С.**, кандидат химических наук; e-mail: lvas@inti.kz

**Козбагарова Г.А.**, кандидат химических наук; e-mail: chemists@inti.kz

Регистрационное свидетельство № 7528-Ж  
от 01.08.2006 г.  
выдано Министерством культуры и информации  
Республики Казахстан

Отв. редактор *Л.Н. Гребцова*  
Редактор текста на казахском языке *Т.Т. Садырова*  
Редактор текста на английском языке *Ж.Ж. Саурбаев*  
Компьютерная верстка и дизайн *Н.Т. Раймкулова*  
Обложка *Е.С. Кадырова, Л.Н. Гребцовой*

---

Подписано в печать 06.06.2018.  
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.  
Усл. п. л. 11,0. Тираж 350 экз. Заказ 105.

---

Редакционно-издательский отдел НЦ ГНТЭ.  
050026, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221