

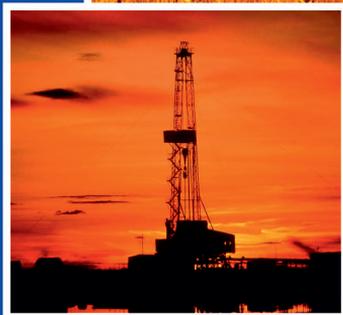
ISSN 1560-5655

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЕРТИЗЫ

НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

1
2021



**Национальный центр государственной
научно-технической экспертизы**

**НОВОСТИ НАУКИ
КАЗАХСТАНА**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 1 (148)

Алматы 2021

Научно-технический журнал **«Новости науки Казахстана»** публикует статьи по следующим направлениям фундаментальных и прикладных исследований: технические и сельскохозяйственные науки, науки о Земле, пищевая и перерабатывающая промышленность, экономика, науковедение, стандартизация и пр.

Журнал основан в 1989 г. 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., проф.;
С.Е. Соколов, д.т.н., акад. МАИН; **Б.Р. Ракишев**, д.т.н., акад. НАН РК;
Ж.С. Алимкулов, д.т.н.; **М.Т. Велямов**, д.б.н., проф., акад. НАН РК;
З.С. Абишева, д.т.н., проф., член-корр. НАН РК;
Ю.А. Юлдашбаев, д.с.-х.н. (Россия);
М.А. Рахматуллаев, д.т.н. (Узбекистан);
А. Сладковски, д.т.н., проф. (Польша);
Д. Пажес, гл. специалист (Франция)

Республика Казахстан, 050026, г. Алматы,
ул. Бogenбай 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

СОДЕРЖАНИЕ

КИБЕРНЕТИКА. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

<i>Исраилова С.Т., Муханова А.А., Исмаилова А.А.</i> Основные аспекты имитационного моделирования бизнес-процессов предприятия с помощью сетей Петри и агентного моделирования	12
<i>Оралбекова Д.О., Мамырбаев О.Ж.</i> Современные методы распознавания речи	20
<i>Амирбай А.А., Муханова А.А.</i> Расчет ущербных рисков методом экспертной оценки для защиты информационных ресурсов предприятия.....	36
<i>Касымова А.Х., Сайлау А.М.</i> Особенности современной умной домашней системы	55

БИОЛОГИЯ

<i>Машекова А., Жао Я., Нг Э.Й.К., Зарикас В., Мухметов О.</i> Последние достижения в методах искусственного интеллекта для диагностики рака молочной железы	64
--	----

ГОРНОЕ ДЕЛО

<i>Ратов Б.Т., Билецкий М.Т., Деликешева Д.Н.</i> Анализ частиц шлама, выносимых буровым раствором.....	80
<i>Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Руслякова-Куприянова И.А., Косьминов А.С.</i> Конструктивные параметры лопастного долота для бурения скважин большого диаметра	92
<i>Юсупов Х.А., Абен Е.Х., Омиргали А.К., Хайруллаев Н.</i> Исследование изменения активности выщелачивающего раствора во времени после обработки кавитатором.....	100

МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Демесова С.Т., Омаров Р.А., Омар Д.Р., Ержигитов Е.С.*
К обоснованию конструктивно-технологической схемы
теплового насоса 108
- Машеков С.А., Акпарова С.А., Тусупкалиева Э.А.,
Сембаев Н.С., Секербек А.М.* Моделирование и исследование
колебательных процессов в тяжело нагруженных узлах нового
продольно-клинового стана с двумя опорными валками
во всех клетях 121
- Кадыров А.С., Жунусбекова Ж.Ж., Ганюков А.А.,
Кызылбаева Э.Ж., Сулеев Б.Д.* Расчет фрезерных
рабочих деталей на прочность 140

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Абдуазимов А.М.* Значение хозяйственных признаков яровой
пшеницы 149
- Хастаева А.Ж., Муслимов Н.Ж., Альжаксина Н.Е.*
Состав и физико-химические свойства молока коров
голштинской и алатауской породы 156
- Султанулы Ж., Ромашев К.М., Ергумарова М., Мамбеталиев М.*
Определение количества аминокислот в мясе свиней
при цирковирусной инфекции 165
- Абдуазимов А.М., Вафоева М.Б.* Влияние
внекорневой подкормки на содержание хлорофилла
в листьях озимой пшеницы 172

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Жумагелдиев А.А., Зарханова А.Ж., Бердикулов М.А.,
Байдилдаева И.К., Аскарлова М.О.* Ветеринарно-санитарная
экспертиза мяса африканского сома с использованием
кормовой добавки на основе минерала «Шунгит» 176

ЭКОЛОГИЯ

*Нечипуренко С.В., Ефремов С.А., Калугин С.Н.,
Кайайдарова А.К.* Модифицированные сорбенты для
стимуляции деструктивных процессов почв, загрязненных
в результате ракетно-космической деятельности 186

*Шустов А.И., Озарь Н.П., Кысыков В.А., Попов Н.Н.,
Горбунова Н.Ф., Кирикович В.В.* Принципы и парадоксы
смыслового содержания и нормативно-правовой основы
главы 7. «Экологическая оценка» - проекта Экологического
кодекса Республики Казахстан 211

МАЗМҰНЫ

КИБЕРНЕТИКА. АВТОМАТИКА. ЕСЕПТЕУ ТЕХНИКАСЫ

<i>Исраилова С.Т., Муханова А.А., Исмаилова А.А.</i> Кәсіпорынның бизнес-процестерін Петри желілері және агенттік модельдеу көмегімен имитациялық модельдеудің негізгі аспектілері	12
<i>Оралбекова Д.О., Мамырбаев О.Ж.</i> Сөйлеуді танудың заманауи әдістері	20
<i>Амирбай А.А., Муханова А.А.</i> Кәсіпорынның ақпараттық ресурстарын қорғауда эксперттік бағалау әдісімен шығындану тәуекелділіктерін есептеу.....	36
<i>Касымова А.Х., Сайлау Ә.М.</i> Қазіргі заманғы ақылды үй жүйесінің ерекшеліктері	55

БИОЛОГИЯ

<i>Машекова А., Жао Я., Нг Э.Й.К., Зарикас В., Мұхметов О.</i> Сүт безі қатерлі ісігін диагностикалауға арналған жасанды интеллект саласындағы әдістердің соңғы жетістіктері	64
--	----

ТАУ - КЕН ІСІ

<i>Ратов Б.Т., Билецкий М.Т. Деликешева Д.Н.</i> Бұрғылау ерітіндісімен шығарылатын шлам бөлшектерін талдау	80
<i>Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Руслякова-Куприянова И.А., Косьминов А.С.</i> Үлкен диаметрлі ұңғыларды бұрғылауға арналған қалақшалы қашаудың құрылымдық параметрлері	92
<i>Юсупов Х.А., Абен Е.Х., Омиргали А.К., Хайруллаев Н.</i> Кавитатормен өңделгеннен кейін шаймалау ерітіндісінің белсенділігінің өзгеруін зерттеу	100

МАШИНА ЖАСАУ

Демесова С.Т., Омаров Р.А., Омар Д.Р., Ержигитов Е.С.
Жылу сорғысының конструктивтік-технологиялық
схемасын негіздеу 108

*Машеков С.А., Акпарова С.А., Тусупкалиева Э.А.,
Сембаев Н.С., Секербек А.М.* Барлық қапастарында
тіреу пішінбіліктері бар жаңа бойлық-сыналы орнақтың
ауыр жүктелген тораптарындағы тербеліс процестерін
моельдеу және зерттеу 121

*Кадыров А.С., Жунусбекова Ж.Ж., Ганюков А.А.,
Кызылбаева Э.Ж., Сулеев Б.Д.* Сазды ерітіндіде жұмыс
істейтін фрезерлі жұмыс мүшесін беріктікке есептеу..... 140

АУЫЛ ЖӘНЕ ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫ

Абдуазимов А.М. Жаздық бидайдың шаруашылық
белгілерінің маңызы 149

Хастаева А.Ж., Муслимов Н.Ж., Альжаксина Н.Е.
Голштин және алатау тұқымды сиырлар сүтінің құрамы
мен физикалық-химиялық қасиеттері..... 156

Султанулы Ж., Ромашев К.М., Ергумарова М., Мамбеталиев М.
Цирковирußen ауырған шошқа етіндегі аминқышқылы
мөлшерін анықтау..... 165

Абдуазимов А.М., Вафоева М.Б. Күздік бидай
жапырақтарындағы хлорофилл құрамына жапырақты
үстіңгі қабаттың әсері 172

БАЛЫҚ ШАРУАШЫЛЫҒЫ

*Жумагелдиев А.А., Зарханова А.Ж., Бердикулов М.А.,
Байдилдаева І.Қ., Асқарова М.О.* «Шунгит» минералы
негізіндегі азықтық қоспа пайдаланылған африкалық
жайын етінің ветеринариялық санитариялық сараптамасы 176

ЭКОЛОГИЯ

*Нечипуренко С.В., Ефремов С.А., Калугин С.Н.,
Кайайдарова А.К.* Зымыран-ғарыш қызметі нәтижесінде
ластанған топырақтың деструктивті процестерін
ынталандыруға арналған модификацияланған сорбенттер..... 186

*Шустов А.И., Огарь Н.П., Кысыков В.А., Попов Н.Н.,
Горбунова Н.Ф., Кирикович В.В.* Қазақстан Республикасы
Экологиялық кодексінің жобасын экологиялық бағалау-7 -
тараудың мағыналық мазмұнының және нормативтік-
құқықтық негізінің қағидаттары мен парадокстары..... 211

CONTENT

CYBERNETICS. AUTOMATION AND COMPUTER ENGINEERING

<i>Israilova S., Mukhanova A., Ismailova A.</i> The main aspects of enterprise business process simulation using Petri nets and agent modeling	12
<i>Oralbekova D., Mamyrbayev O.</i> Modern speech recognition methods	20
<i>Amirbay A.A., Mukhanova A.A.</i> Calculation of damage risks by the method of expert evaluation for the protection of enterprise information resources	36
<i>Kasymova A. Kh., Sailau A. M.</i> Features of the modern smart home system	55

BIOLOGY

<i>Mashekova A., Zhao Y., Ng E.Y.K., Zarikas V., Mukhmetov O.</i> Recent advances on artificial intelligent techniques for breast cancer diagnosis.....	64
---	----

MINING

<i>Ratov B.T., Beletskiy M.T., Delikesheva D.N.</i> Analysis of sludge particles carried out by drilling mud	80
<i>Ratov B.T., Fedorov B.V., Ruslykova-Kupriyanova I.A., Kosminov A.S.</i> Design parameters of flap bit for drilling large diameter wells.....	92
<i>Yusupov Kh.A, Aben E.Kh, Omirgali A.K., Khairullayev N.</i> Investigation of changes in the activity of the leaching solution over time after treatment with a cavitator	100

MECHANICAL ENGINEERING

- Demessova S.T., Omarov R.A., Omar D.R., Yerzhigitov E.*
To substantiate the design and technological scheme
of a heat pump..... 108
- Mashekov S.A., Akparova S.A., Tusupkaliyeva E.A.,
Sembayev N.S., Sekerbek A.M.* Modeling and research
of oscillatory processes in heavy loaded units of
a new longitudinal-wedge mill with two support rolls
in all stands..... 121
- Kadyrov A.S., Zhunusbekova Zh.Zh., Ganyukov A.A.,
Kyzylbaeva E.Zh., Suleev B. D.* Calculation of the strength
of a milling working member working on a clay solution 140

AGRICULTURE AND FORESTRY

- Abduazimov A.M.* Significance of economic characteristics
of spring wheat 149
- Khastaeva A.J., Muslimov N.W., Alzhaksina N.E.* Composition
and physicochemical physico-chemical properties of milk
of cows of the Holstein and Alatau breed 156
- Sultanuly Zh., Romashev K.M., Ergumarova M., Mambetaliev M.*
Determination of the number of amino acids in pig meat
in reproductive respiratory syndrome 165
- Abduazimov A.M., Vafoyeva M.B.* Effect of foliar top dressing
on the content of chlorophyll in winter wheat leaves 172

FISH INDUSTRY

- Zhumageldiev A.A., Zarkhanova A.Zh., Berdikulov M.A.,
Baidildaeva I.K., Askarova M.O.* Veterinary and sanitary
examination of African catfish meat using
a feed additive based on the mineral « Shungite» 176

ECOLOGY

<i>Nechipurenko S.V., Efremov S. A., Kalugin S.N., Kayaydarova A.K.</i> Modified sorbents for stimulation of destructive processes of soils contaminated as a result of rocket and space activities	186
<i>Shustov A.I., Ogar N.P., Kysykov V.A., Popov N.N., Gorbunova N.F., Kirikovich V.V.</i> Principles and paradoxes of semantic content and regulatory framework of Chapter 7-Environmental assessment of the draft Environmental code of the Republic of Kazakhstan	211

КИБЕРНЕТИКА. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

МРНТИ 28.17.31

С.Т. Исраилова¹, А.А. Муханова¹, А.А. Исмаилова²

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
г. Нур-Султан, Казахстан

²Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
г. Нур-Султан, Казахстан

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ И АГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы имитационного моделирования с помощью сетей Петри и мультиагентного моделирования бизнес-процессов. К сожалению, до сих пор в мире не существует универсальной стратегии, позволяющей оптимизировать бизнес процессы предприятия, обеспечивая максимальную выгоду. Исследование показывает, что возможно оптимизировать бизнес-процессы путем построения имитационных моделей и агентов, в результате можно выбрать наиболее оптимальную стратегию ведения бизнеса. Так, осуществляя формализацию бизнес процессов предприятия, можно достичь таких результатов, как: понимание процесса работы компании, повышение качества работы с клиентами, улучшение управляемости бизнеса, рост прибыли компании и другие. В данном случае наиболее оптимальным и эффективным способом для оптимизации бизнес процессов является имитационное и агентное моделирование.

Ключевые слова: бизнес-процесс, имитационное моделирование, сети Петри, агентное моделирование, программное обеспечение.

• • •

Түйіндеме. Бұл мақалада Петри желілері және мультиагенттік модельдеу көмегімен бизнес үдерістерді имитациялық модельдеудің сұрақтары қарастырылады. Өкінішке орай, әлемде кәсіпорынның бизнес-процестерін оңтайландыруға, оған барынша пайда әкелуге мүмкіндік беретін әмбебап стратегия әлі жоқ. Зерттеу бизнес-процестерді имитациялық модельдер мен агенттерін құру арқылы оңтайландыруға болатындығын көрсетеді, нәтижесінде сіз бизнес жүргізудің ең оңтайлы стратегиясын таңдай аласыз. Осылайша, кәсіпорынның бизнес-процестерін қалыптастыру арқылы компанияның жұмыс барысын түсіну, клиенттермен жұмыс сапасын арттыру, бизнесті басқаруды жақсарту, компанияның кірісін арттыру сияқты басқа да нәтижелерге қол жеткізуге болады.

Бұл жерде бизнес-процестерді оңтайландырудың ең тиімді және ыңғайлы әдісі имитациялық және агенттік модельдеу болып табылады.

Түйінді сөздер: бизнес-процесс, имитациялық модельдеу, Петри торлары, агенттерді модельдеу, бағдарламалық жасақтама.

• • •

Abstract. This article discusses simulation using Petri networks and multi-agent modeling of business processes. Unfortunately, to this date no versatile strategy have been developed anywhere in the world that would deal with optimization of the business processes in the industrial sphere, to ensure maximum benefit for it. The study shows that it is possible to optimize business processes by building simulation models and agents, which would result in a choice of options of optimal business strategies to use in a particular industrial setting. Thus, by formalizing the business processes of an industry, it is possible to achieve such results as: understanding the process of the company's work, improving the quality of work with clients, improving the manageability of the business, increasing the profit of the company and others. In this case, the best and most efficient way to optimize business processes is through simulation and agency modeling.

Keywords: business process, simulation modeling, Petri nets, agent modeling, software.

Введение. Управление предприятием в начале XXI столетия как никогда многообразно. Последние тренды менеджмента предполагают отнюдь не концепции и технологии, бывшие во времена Ф. Тейлора и Г. Форда, предпочтение отдается работе в команде, непосредственному взаимодействию, постоянным инновациям, непрерывному обучению персонала и его совершенствованию. Сегодня предприятие может гордиться такими достижениями, как прохождение Всеобщего менеджмента качества (TQM), наличие сбалансированной системы показателей (BSC), использование статистического управления процессами (SPC), а также моделями производственной стратегии «Бережливое производство + шесть сигм» (Lean Six Sigma), и международными стандартами ИСО серий 9000, 14000, 26000 и многое другое. Конечно, во всех этих «достижениях» можно выделить научные направления, разработанные П. Друкером, М. Портером, Дж. Харрингтоном, А.В. Шеером, и называемые: управление бизнес-процессами, точнее BPM (Business Process Management) [1]. Многие предприниматели придерживаются мнения, что если бизнес держится на плаву, то достаточно оставить всё как есть. При этом, если перефразировать данное утверждение, то получается, что изменения вносятся только в случае возникновения проблем. Поэтому многие эксперты, во избежание возникновения таких проблем, сове-

туют проводить постоянную оптимизацию работы на предприятии, и обращать особое внимание на упорядочение бизнес-процессов. Бизнес-процессом, в свою очередь, называется вся последовательность действий, приводящих к конкретному результату на предприятии.

В последние несколько десятилетий, а точнее с начала эры цифровизации, многие ученые и исследователи начали изучение вопроса упрощения многих процессов предприятия, разрабатывая программные обеспечения. Измерение такого программного обеспечения связано с получением числового значения для готового продукта, то есть измерение представляет собой отображение из эмпирического мира в формальный мир [2]. Итак, конечная цель оптимизации бизнес-процессов на предприятии заключается в увеличении эффективности производства, улучшении качества труда, оптимизации работы сотрудников, в создании большего числа рабочих мест, исключении дискриминации на предприятиях, предоставления рабочих мест уязвимым слоям населения, таким как, женщины с несовершеннолетними детьми, молодые люди без опыта работы, мигранты, пожилые люди, люди с неизлечимыми недугами, а также люди с ограниченными возможностями. Для государства и общества формализация микро-, малых и средних предприятий неразрывно связана с благоприятной деловой средой, экономическим ростом и улучшением условий труда [3]. В некоторых странах таковые предприятия получают доступ к финансам, услугам и технологиям по развитию бизнеса и снижают свою подверженность государственным штрафам, нежели предприятия, «игнорирующие» использование формализации бизнес-процессов. Они также могут участвовать в публичных торгах или выступать в качестве поставщиков или розничных продавцов более крупных компаний [4,5]. Одним из основополагающим и важнейшим процессом предприятий является разработка организационной структуры. Формализация в организационной структуре – это процесс, в котором менеджеры определяют (в письменной форме) процедуры, правила и обязанности для отдельных сотрудников, организационных подразделений, групп, команд и организации в целом, что приводит к развитию процессов, отношений и операционных процедур.

Методы исследования. В работе использованы такие методологии как системный анализ, методы имитационного моделирования, в том числе дискретно-событийное, системно-динамическое или агентное, а также сети Петри. Вместе с тем, для формализации бизнес-процессов предприятий, использован язык нотации IDEF3

и приложение для разработки дискретно-событийного моделирования AnyLogic [6]. При имитационном моделировании модель может быть также программой, которая позволяет воссоздавать процессы функционирования системы, и влияния на неё различных факторов, осуществляется это всё с помощью последовательности вычислений и графического отображения их результатов - количественных и качественных характеристик бизнес-системы, её структур, динамики её развития, её стабильности и целостности. Анализ и формализацию бизнес-процессов необходимо выполнять с помощью визуального языка представления бизнес-процессов для дальнейшего его представления в виде сети Петри и агентной модели.

Результаты исследования. Рассмотрим один из наиболее популярных бизнес-процессов любой компании - это поиск сотрудника. В нотации IDEF3 ARIS формализован бизнес-процесс одной из ответственных компаний «Поиск сотрудника» на рисунке 1.

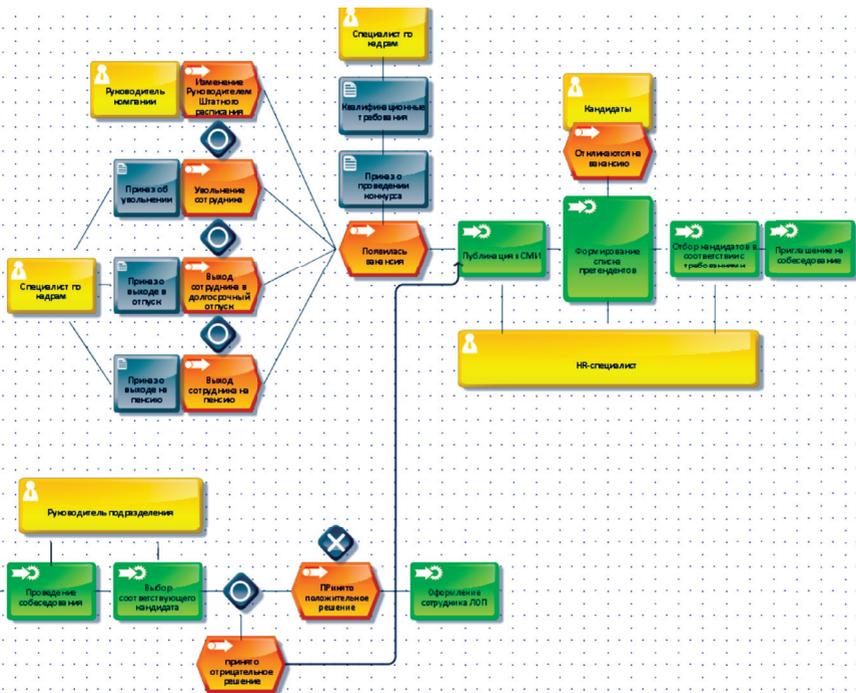


Рисунок 1 - Описание бизнес-процесса «Поиск сотрудника» с помощью нотации Aris

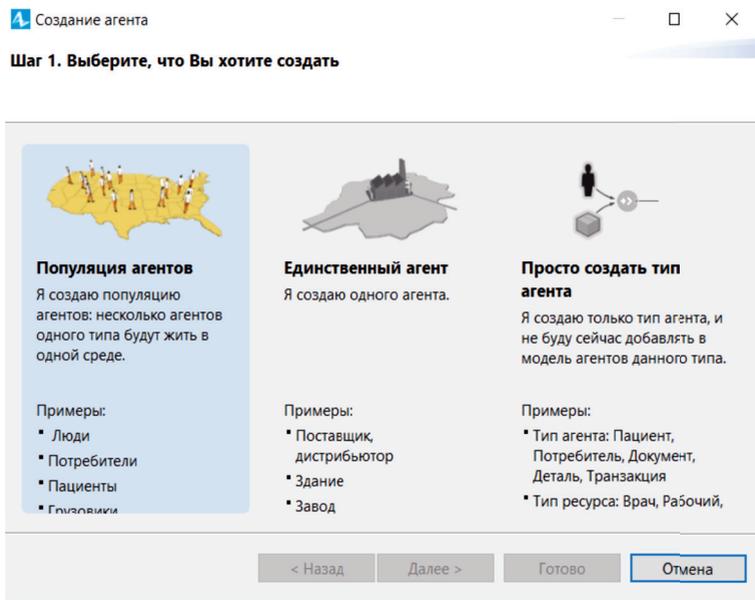


Рисунок 3 - Создание нового агента в объекте Main в Anylogic

2. Следующий шаг предполагает создание диаграмм состояний, состоящих из:

- первого состояния ожидания, в которое переходят после простого состояния;
- простых состояний эквивалентных тем состояниям, которые представлены в нотации ARIS;
- переходов из простых состояний в первое в соответствии с указанным временем;

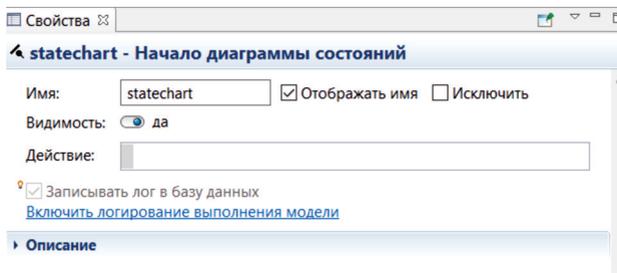


Рисунок 4 - Диаграмма состояний в Anylogic

3. После создания диаграммы состояний нужно описать взаимодействие агентов. Сигнал перехода указывается в отдельном поле «fireEvent» в диаграмме состояний.

4. Указать время по количеству событий на диаграмме объекта «Main».

5. Сформировать в каждом классе агентов переменные для хранения последовательности сообщений;

6. На объекте «Main» создать переменные для хранения созданных документов в таком же количестве, как и в модели в ARIS.

В итоге полученная модель даёт анализ эффективности работы задействованных агентов «Специалист по кадрам», «Руководитель компании», «Руководитель подразделения», «Кандидат», «HR-специалист» в работе бизнес-процесса «Поиск сотрудника». Без сомнения, мало апробированный подход как «агентное моделирование» даёт большой спектр возможности проведения анализа и оптимизации бизнес-процессов предприятий любых масштабов.

Обсуждение результатов. В мировой практике пока не существует единой методики разработки и моделирования процессов предприятий. Единственной основой могут служить после оптимизации такие критерии эффективности как повышение коэффициентов эффективности работы бизнес-процессов и уровень удовлетворённости служащих предприятий. При имитационном моделировании не маловажную роль играет влияние сотрудников предприятия. В этом случае, количество сценариев при различном поведении сотрудников и особенностях предприятия в имитационной модели резко увеличивается в десятки раз.

Заключение. Проведённая работа показала возможность и целесообразность дальнейших исследований и применения аппарата сетей Петри и агентного подхода в области процессного подхода при оптимизации бизнес-процессов различного рода предприятий. Имитационное моделирование позволяет предприятиям кардинально изменять и оптимизировать бизнес-процессы в практике отечественных предприятий.

Список литературы

1 Meidan A., Garcia-Garcia J.A., Escalona M.J., Ramos I. A survey on business processes management suites // Computer Standards and Interfaces. – 2017. – №51. – P.71–86.

2 *Shukayev D.N., Lamasheva Z.B.* Industry simulation model of the production and sale of petroleum products // *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. – 2015. – Issue 22. – P. 10441-10445.

3 *Satekbayeva A.Z., Basheyeva A., Nurakunov A. M., Tussupov, J.* P-completions of lattices and its applications to formal concept analyses // *International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*. – 2014. – Issue 1. P. 199-202.

4 *Morozov A.S., Satekbayeva A.Z., Tussupov J.A.* On the existential interpretability of structures // *Siberian Electronic Mathematical Reports*. – 2014. – Issue 11. – P. 557-566.

5 *Shukayev D.N., Yergaliyeva N.O., Lamasheva Zh.B.* Simulation analysis of resource allocation problems with time varying parameters // *Proceedings of the Romanian Academy Series A - Mathematics Physics Technical Sciences Information Science*. – 2016. – Issue 17(1). – P. 76-83.

6 *Wisniewski P., Kluza K., Ligeza A.* An approach to participatory business process modeling: BPMN model generation using constraint programming and graph composition // *Applied Science*. – 2018. – Issue 8. – P. 1428.

7 *Wert A., Schulz H., Heger C.* AIM: Adaptable Instrumentation and Monitoring for automated software performance analysis // In *Proceedings of the 10th International Workshop on Automation of Software Test*. – Florence, Italy, 2015. – P. 38–42.

Исраилова С.Т. - докторант, e-mail: israilova_st@mail.ru

Муханова А.А. - доктор PhD, доцент

Исмаилова А.А. - доктор PhD, e-mail: a.ismailova@mail.ru

Д.О. Оралбекова¹, О.Ж. Мамырбаев²

¹Казахский научно-исследовательский технический университет
им. К. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

²Институт информационных и вычислительных технологий,
г. Алматы, Казахстан

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ

Аннотация. В статье представлены основные идеи, преимущества и недостатки моделей, на основе скрытых марковских моделей (НММ) - смеси гауссовских распределений (GMM) и интегральных систем (end-to-end), а также указано, что интегральная модель является развивающим направлением в области распознавания речи. Рассмотрен аналитический обзор разновидностей интегральных систем автоматического распознавания речи, а именно модели, основанные на коннекционной временной классификации (СТС), на основе механизма внимания и условных случайных полей (CRF), и делаются теоретические сравнения. В конечном итоге указываются их соответствующие преимущества и недостатки и возможное будущее развитие этих систем.

Ключевые слова: автоматическое распознавание речи, скрытые марковские модели, end-to-end; нейронные сети, СТС.

• • •

Түйіндеме. Бұл мақалада жасырын Марков модельдеріне (НММ) негізделген модельдердің негізгі идеялары, артықшылықтары мен кемшіліктері - Gaussian үлестірімдері (GMM) және интегралдық жүйелер (end-to-end) гибриді ұсынылған, сонымен қатар интегралды модель сөйлеуді тану саласында дамып келе жатқан жаңа саланың бірі болып табылады. Сөйлеуді автоматты түрде тануға арналған интегралды жүйелердің түрлеріне аналитикалық шолу жасалды. Атап айтқанда, назар аудару механизміне және шартты кездейсоқ өрістерге (CRF) негізделген, қосылу уақытын жіктеуге (СТС) негізделген модельдер бойынша теориялық салыстырулар жасалды. Соңында, олардың тиісті артықшылықтары мен кемшіліктері және осы жүйелердің болашақта дамуы мүмкіндіктері көрсетілген.

Түйінді сөздер: сөйлеуді автоматты түрде тану, жасырын Марков модельдері, end-to-end; нейрондық желілер, СТС.

• • •

Abstract. This article presents the main ideas, advantages and disadvantages of models based on hidden Markov models (HMMs) - a Gaussian mixture models (GMM), end-to-end models and also the article indicates that the end-to-end mod-

Статья подготовлена на основе проекта: ИРН АР05131207 «Разработка технологии мультязычного автоматического распознавания речи с использованием глубоких нейронных сетей».

el is a developing area in the field of speech recognition. The authors consider in the article an analytical review of the varieties of end-to-end systems for automatic speech recognition, namely, models based on the connection time classification (CTC), attention-based mechanism and conditional random fields (CRF), and theoretical comparisons are made. Ultimately, their respective advantages and disadvantages and the possible future development of these systems are indicated.

Keywords: automatic speech recognition, hidden Markov models, end-to-end, neural networks, CTC.

Введение. Автоматическое распознавание речи (automatic speech recognition, ASR) в настоящее время находит широкое применение в повседневной среде. ASR может помочь людям с ограниченными возможностями взаимодействовать с обществом. ASR используется в таких областях как, автоматизированный пользовательский интерфейс, управление мобильными устройствами, информационные услуги, интерфейсы разграничения доступа [1]. Задача автоматического распознавания речи состоит в том, чтобы идентифицировать последовательность акустического ввода $X = \{x_1, \dots, x_T\}$ длины T как последовательность слов $W = \{w_1, \dots, w_N\}$ длины N . Здесь $x_t \in R^D$ представляет собой D -мерный вектор речевого ввода (такой как банк фильтров Mel), соответствующий t -му речевому кадру, γ - словарь слов, $w_u \in \gamma$ - слово в позиции u в W . Мы используем γ^* для представления совокупности всех последовательностей слов, образованных слов в γ . Задача ASR - найти наиболее вероятную последовательность слов W по заданной X . Это можно представить в следующем виде [2]:

$$W = \underset{W \in \gamma^*}{\operatorname{argmax}} * p(W | X). \quad (1)$$

Следовательно, основная работа ASR заключается в создании модели, которая может точно рассчитать апостериорное распределение $p(W | X)$. В задаче распознавания слитной речи широко использовалась, и являлась основной технологией, модель на основе скрытой Марковской модели (Hidden Markov Model; HMM). Даже сегодня лучшая производительность распознавания речи по-прежнему исходит из модели на основе HMM в сочетании с методами глубокого обучения (гибридные модели). В то же время, методы глубокого обучения также стимулировали появление альтернативы, которая является интегральной моделью. По сравнению с моделью, основанной на HMM, в интегральной модели используется одна модель для непо-

средственного сопоставления звука со словами. Он заменяет процесс проектирования процессом обучения и не требует специальных знаний в этой области, поэтому интегральную модель проще создавать и обучать. Благодаря этим преимуществам интегральная модель быстро становится популярным направлением исследований в области распознавания слитной речи. В статье приведён подробный обзор интегральной модели, а также рассмотрены краткое сравнение между моделью на основе НММ и интегральной моделью, анализ различных парадигм интегральных моделей и сравнение их преимущества и недостатки. Для начала рассмотрим классическую модель распознавания речи.

Методы обработки речевого сигнала. В настоящее время применяются несколько основных подходов для ASR. Стандартный процесс автоматического распознавания речи состоит из последовательностей следующих шагов:

- Выделение признаков из входного сигнала; Акустическое моделирование; Языковое моделирование; Декодирование последовательности.

Самыми важными частями системы распознавания речи являются методы извлечения признаков и методы распознавания. Извлечение признаков - это процесс, который выделяет небольшое количество данных из сигнала [3,4]. Для начала исходный сигнал преобразуется в векторы признаков, на основе которых затем будет произведена классификация. Этот этап включает в себя следующие этапы:

– преобразование сигнала в цифровую форму; применение различных фильтров для подавления шумов; выделение границ речи; выделение признаков сигнала [5].

Самыми популярными методами выделения признаков являются методы мел-частотных кепстральных коэффициентов (MFCC) и кепстральных коэффициентов на основе линейного предсказания (PLP). MFCC - это метод извлечения аудиофункций, который извлекает специфические параметры говорящего из речи [6]. MFCC извлекаются из речевых сигналов посредством кепстрального анализа. Входной сигнал сначала формируется и обрабатывается в виде окна, затем берется преобразование Фурье и величина результирующего спектра деформируется по шкале Мел [7]. Используя полученные вектора признаков нужно определить, какой звук или последовательность слов находилось в исходном сигнале. Широко распространённые методы — это скрытые марковские модели и нейронные сети [5].

Модель на основе НММ. Долгое время модель на основе НММ была основной моделью распознавания слитной речи с большим словарем с лучшими результатами распознавания. В общем, модель на основе НММ может быть разделена на три части, каждая из которых не зависит друг от друга и играет различную роль: акустическая, произношение и языковая модель. Акустический сигнал речи моделируется небольшим набором акустических единиц, которые можно рассматривать как элементарные звуки языка. Традиционно выбранная единица является фонемой, поэтому слово формируется путём их объединения [8]. Модель произношения, которая обычно создается профессиональными лингвистами-людьми, заключается в достижении соответствия между фонемами (или субфонемами) и графемами. Языковая модель отображает последовательность символов в свободную окончательную транскрипцию [9]. Механизм НММ может использоваться во всех этих трех частях. Тем не менее, модель на основе НММ обычно подчеркивает использование НММ в акустической модели. В этом НММ звук - это наблюдение, а особенность - это скрытое состояние. Для НММ, который имеет набор состояний $\{1, \dots, J\}$, модель на основе НММ использует байесовскую теорему и вводит последовательность состояний НММ $S = \{s_t \in \{1, \dots, J\} \mid t = 1, \dots, T\}$ разложить $p(L | X)$.

$$\begin{aligned}
 \underset{L \in \gamma^*}{\operatorname{argmax}} p(L|X) &= \underset{L \in \gamma^*}{\operatorname{argmax}} \frac{p(L, X)}{p(X)} \\
 &= \underset{L \in \gamma^*}{\operatorname{argmax}} p(L, X) \\
 &= \underset{L \in \gamma^*}{\operatorname{argmax}} \sum_S p(P, L, X) \\
 &= \underset{L \in \gamma^*}{\operatorname{argmax}} \sum_S p(X|S, L) p(S, L) \\
 &= \underset{L \in \gamma^*}{\operatorname{argmax}} \sum_S p(X|S, L) p(S|L) p(L) \tag{2}
 \end{aligned}$$

Согласно условно-независимой гипотезе, мы можем аппроксимировать $p(X|S, L) \approx p(X|S)$, следовательно

$$\underset{L \in \gamma^*}{\operatorname{argmax}} p(L|X) \approx \underset{L \in \gamma^*}{\operatorname{argmax}} \sum_S p(X|S) p(S|L) p(L) \tag{3}$$

$p(X|S)$, $p(S|L)$, и $p(L)$ в уравнении (3) соответствуют акустической модели, модели произношения и языковой модели, соответственно. Акустическая модель $P(X|S)$ указывает вероятность наблюдения X из скрытой последовательности S . Согласно правилу цепочки вероятностей и гипотезе независимости наблюдения в HMM (наблюдения в любое время зависят только от скрытого состояния в это время), $P(X|S)$ может быть разложен в следующую форму:

$$p(X|S) = \prod_{t=1}^T p(x_t | x_1, \dots, x_{t-1}, S) \approx \prod_{t=1}^T p(x_t | s_t) \propto \prod_{t=1}^T \frac{p(x_t | s_t)}{p(s_t)} \quad (4)$$

В акустической модели $p(x_t | s_t)$ - это вероятность наблюдения, которая обычно представлена смесями гауссовских распределений (Gaussian Mixture Model, GMM). Распределение апостериорной вероятности скрытого состояния $p(s_t | x_t)$ можно рассчитать методом глубоких нейронных сетей (Deep Neural Networks; DNN). Эти два различных вычисления $P(X|S)$ приводят к двум различным моделям, а именно HMM-GMM и HMM-DNN. В течение долгого времени модель HMM-GMM является общей структурой для распознавания речи. С развитием технологии глубокого обучения DNN вводится в распознавание речи для акустического моделирования. Роль DNN заключается в вычислении апостериорной вероятности состояния HMM, которое может быть преобразовано в вероятности, заменяя обычную вероятность наблюдения GMM [10]. Таким образом, модель HMM-GMM превращается в HMM-DNN, которая достигает лучших результатов, чем HMM-GMM, и становится современной моделью ASR. В модели на основе HMM разные модули используют разные технологии и играют разные роли. HMM в основном используется для динамической деформации времени на уровне кадра. GMM и DNN используются для расчета вероятности эмиссии скрытых состояний HMM. Процесс построения и режим работы модели на основе HMM определяет, сталкиваются ли они со следующими трудностями при практическом использовании:

- Процесс обучения является сложным и трудным для глобальной оптимизации. Модель на основе HMM часто использует различные методы обучения и наборы данных для обучения различных модулей. Каждый модуль независимо оптимизируется с помощью своих собственных целевых функций оптимизации, которые обычно отличаются от истинных критериев оценки производительности распознавание слитной речи. Таким образом, опти-

мальность каждого модуля не обязательно означает глобальную оптимальность.

– Условно-независимые предположения. Чтобы упростить построение и обучение модели, модель на основе HMM использует предположения об условной независимости внутри HMM и между различными модулями.

Интегральные модели ASR. Интегральное (end-to-end, E2E) автоматическое распознавание речи – это новая парадигма в области распознавания речи на основе нейронной сети, которая предлагает множество преимуществ. Традиционные «гибридные» системы ASR, которые состоят из акустической модели, языковой модели и модели произношения, требуют отдельного обучения этих компонентов, каждый из которых может быть сложным. Например, обучение акустической модели – это многоэтапный процесс обучения модели и выравнивания времени между последовательностью акустических характеристик речи и последовательностью меток на выходе. E2E ASR, напротив, представляет собой единый интегрированный подход с гораздо более простым обучающим конвейером с моделями, которые работают с низкой частотой кадров аудио. Это сокращает время обучения, время декодирования и позволяет совместную оптимизацию с последующей обработкой, такой как понимание естественного языка. Однако современные системы E2E ASR также имеют некоторые ограничения:

Во-первых, системам E2E ASR требуется на несколько порядков больше обучающих данных, чем гибридным системам ASR, чтобы достичь аналогичного коэффициента неверно распознанных слов (word error rate, WER). Это связано с тем, что системы E2E ASR склонны превышать тренировочные данные, когда они ограничены.

Во-вторых, коннекционная временная классификация (Connectionist Temporal Classification, CTC), популярный вариант E2E ASR, не поддается обучению по принципу «ученик-учитель», что полезно для развертывания высокоточных систем ASR с ограничениями по времени ожидания.

Интегральная модель может быть разделена на три разные категории в зависимости от их реализаций гладкого выравнивания:

– На основе CTC: CTC сначала перечисляет все возможные жесткие выравнивания (представленные концептуальным путем), затем он достигает гладкого выравнивания путём объединения этих жестких выравниваний. CTC предполагает, что выходные метки не зависят друг от друга при перечислении жестких выравниваний;

– Модель, на основе условных случайных полей (Conditional Random Fields, CRF), позволяет комбинировать локальную информацию для прогнозирования глобальной вероятностной модели по последовательностям;

– Основанная на механизме внимания: этот метод использует механизм внимания, чтобы непосредственно вычислить информацию гладкого выравнивания между входными данными и выходной меткой.

Интегральная модель на основе коннекционной временной классификации. Хотя в настоящее время гибридная модель HMM-DNN всё еще имеет самые современные результаты, роль DNN ограничена. Она в основном используется для моделирования вероятности апостериорного состояния скрытого состояния HMM, представляя только локальную информацию. Функция временного домена все еще моделируется HMM. При попытке смоделировать объекты во временной области с использованием RNN или свёрточных нейронных сетей (Convolutional Neural Networks; CNN) вместо HMM он сталкивается с проблемой выравнивания данных: функции потерь как RNN, так и CNN определяются в каждой точке последовательности, поэтому для обеспечения возможности обучения необходимо знать соотношение выравнивания между выходной последовательностью RNN и целевой последовательностью. Появление CTC позволяет более полно использовать DNN в распознавании речи и создавать интегральные модели, что является прорывом в развитии интегрального метода. По сути, CTC является функцией потерь, но он решает проблему жесткого выравнивания при расчете потерь. CTC в основном преодолевает следующие две трудности для интегральных моделей:

– *Проблема выравнивания данных.* CTC больше не нужно сегментировать и выравнивать данные обучения. Это решает проблему выравнивания, так что DNN можно использовать для моделирования функций во временной области, что значительно повышает роль DNN в задачах распознавании слитной речи;

– *Прямой вывод целевой транскрипции.* Традиционные модели часто выводят фонемы или другие небольшие единицы, и для получения окончательной транскрипции требуется дальнейшая обработка. CTC устраняет необходимость в небольших единицах и прямом выводе в окончательной целевой форме, значительно упрощая построение и обучение интегральной модели.

Процесс CTC можно рассматривать как включающий два подпроцесса: вычисление вероятности пути и агрегацию пути. В этих двух

подпроцессах наиболее важным является введение новой пустой метки («-»), что означает отсутствие вывода) и промежуточного пути концепции. Решая эти две проблемы, СТС может использовать единую сетевую структуру для сопоставления входной последовательности непосредственно с последовательностью меток и реализации сквозного распознавания речи. При заданной входной последовательности $X = \{x_1, \dots, x_T\}$ длины T кодер кодирует ее в последовательность признаков $F = \{f_1, \dots, f_T\}$ длины T для любого t , f_t – это и есть вектор, размерность которого больше, чем количество элементов в словаре γ , т.е. $f_t \in \mathbb{R}^{|\gamma|+1}$. СТС действует на последовательность признаков $F = \{f_1, \dots, f_T\}$. Через операцию softmax СТС преобразует его в последовательность распределения вероятностей $Y = \{y_1, \dots, y_T\}$, $y_t = \{y_t^1, \dots, y_t^{|\gamma|+1}\}$, где y_t^i указывает вероятность того, что выходной сигнал на шаге t времени это метка i , $y_t^{|\gamma|+1}$ указывает вероятность вывода пустой метки на временном шаге t .

Пусть $\gamma' = \gamma \cup \{b\}$, γ'^T обозначает набор всех последовательностей длины T , определенных в словаре γ' . В сочетании с определением y^{kt} мы можем заключить, что для данной входной последовательности X условное распределение вероятностей любой последовательности π в наборе γ'^T рассчитывается как уравнение (6):

$$p(\pi|X) = \prod_{t=1}^T y_t^{\pi t}, \forall \pi \in \gamma'^T \quad (5)$$

где π_t представляет метку в положении t последовательности π . Элемент в γ'^T называется путем и представлен как π .

После описанного выше процесса вычисления входная последовательность $\{x_1, \dots, x_T\}$ отображается на путь π той же длины, и условная вероятность π также может быть рассчитана в соответствии с уравнением (5). В этом процессе отображения каждый входной кадр x_t отображается на определенную метку π_t . Можно подумать, что отображение входной последовательности в путь на самом деле является жестко согласованным процессом. Из процесса вычисления уравнения (5) мы можем видеть, что есть очень важное предположение, которое является предположением независимости: элементы в выходной последовательности не зависят друг от друга. Любой временной шаг, метка которого выбрана в качестве выходного, не влияет на распределение меток на других временных шагах. Напротив, в процессе кодирования на значение y^{kt} влияет информация контекста речи как в историческом, так и в будущем направлениях. То есть

СТС использует условные условия независимости в языковых, но не в акустических моделях. Следовательно, кодер, полученный при обучении СТС, по сути и полностью является акустической моделью, которая не способна моделировать язык. Из процесса вычисления вероятности пути мы можем обнаружить, что длина выходного пути равна входной речевой последовательности, что не соответствует реальной ситуации. Обычно длина транскрипции намного короче, чем у соответствующей речевой последовательности. Следовательно, для объединения нескольких путей в более короткую последовательность меток необходимо отображение много-к-одному, длинное-короткое. Пусть $\gamma \leq T$ обозначает набор всех последовательностей меток, определенных в словаре γ , длина которых меньше или равна T , а агрегация путей определяется как функция отображения $O: L^T \rightarrow L \leq T$. Он отображает пути в γ^T (то есть путь) в реальную последовательность меток в $\gamma^{\leq T}$. Агрегация путей O в основном состоит из двух операций:

1. *Объединение одинаковых смежных меток.* Если в пути появляются последовательные идентичные метки, объедините их и оставьте только одну из них. Например, для двух разных путей «d-oo-g-» и «d-o-gg-» они агрегируются в соответствии с вышеуказанными принципами для получения одинакового результата: «d-o-g-».

2. *Удаление пустой метки «-» в пути.* Поскольку метка «-» указывает на отсутствие выходных данных, ее следует удалить, когда будет сгенерирована окончательная последовательность меток. Вышеуказанная последовательность «d-o-g-» после агрегирования в соответствии с настоящим принципом становится конечной последовательностью «dog».

Помимо получения последовательности меток, соответствующих этим путям, агрегация также направлена на вычисление вероятности последовательности меток. Мы используем $O^{-1}(L)$ для представления множества всех путей в γ^T , соответствующих последовательности меток L , тогда, очевидно, учитывая входную последовательность X , вероятность $p(L | X)$ для L можно вычислить как в уравнении (6):

$$p(L|X) = \sum_{\pi \in O^{-1}(L)} p(\pi|X) \quad (6)$$

Очевидно, что вычисление вероятности L дифференцируемо. Следовательно, после получения вероятности метки для обучения модели можно использовать метод обратного распространения ошибки. Тем не менее, всё ещё существует сложность для расчета уравнения (6).

Хотя p ($\pi | X$) легко вычислить, трудно определить, какие и сколько путей из γ^T включены в $O^{-1}(L)$. Следовательно, это уравнение на самом деле не используется для расчета $p(L | X)$. Его действительно оперативный метод расчета - алгоритм прямого и обратного хода. Хотя сопоставление входной последовательности и пути является жестким процессом выравнивания, из-за существования агрегации путей CTC не настаивает на том, чтобы вход и выход были явно выровнены в соответствии с определенным путем. Фактически, путь является лишь промежуточной концепцией вычисления вероятности, и выравнивание сегментации, которое он представляет, в действительности не происходит. Следовательно, CTC фактически использует метод постепенного выравнивания, который существенно отличается от модели на основе НММ. Появление технологии CTC значительно упрощает конструирование и обучение модели распознавания слитной речи. Больше не требуется опыт для создания различных словарей; это устраняет необходимость выравнивания данных, позволяя использовать любое количество слоев, любую структуру сети для построения интегральной модели, отображающей звук непосредственно в текст [11]. Поскольку процесс расчёта CTC является вполне определенным, большинство ASR на основе CTC главным образом изучают, как эффективно построить акустическую модель на нейронной сети. Одним из больших преимуществ CTC является то, что он устраняет необходимость выравнивания сегментации данных, так что методы глубокого обучения, такие как CNN и RNN, могут играть все более важную роль. Сетевые модели с различной структурой и глубиной были введены в интегральной ASR и достигли лучших результатов.

Модель, основанная на механизме внимания. Альтернативный подход к интегральному отображению между последовательностями речи и метки заключается в использовании архитектуры кодер-декодер, основанной на механизме внимания [12]. Эта архитектура имеет две отдельные подсети. Одной из них является подсеть кодера, которая преобразует последовательность акустических признаков в последовательное представление длины T . На основе этой закодированной информации подсеть декодера прогнозирует последовательность меток, длина которой L обычно меньше длины ввода. Декодер использует только релевантную часть кодированных последовательных представлений для прогнозирования метки на каждом временном шаге с использованием механизма внимания. Кодер реализован как многослойный двунаправленный RNN, такой как

LSTM, и декодер обычно состоит из 1-го уровня однонаправленного RNN, за которым следует выходной слой softmax. Структура модели на основе внимания показана на рисунке 1 [13]. Модель, основанная на внимании, формулируется следующим образом. Кодер преобразует X в промежуточные векторы представления $H = (h_1, \dots, h_T)$. На следующем этапе дешифрования активация скрытого состояния (памяти) декодера на основе RNN на l -м временном шаге вычисляется как:

$$s_l = \text{Recurrency}(s_{l-1}, g_l, y_{l-1}) \quad (7)$$

где g_l и y_{l-1} обозначают «проблеск» на l -м временном шаге и предсказанную метку на предыдущем шаге. Проблеск g_l представляет собой взвешенную сумму выходной последовательности кодера как

$$g_l = \sum_t \alpha_{l,t} h_t \quad (8)$$

где $\alpha_{l,t}$ - вес внимания. Рассчитывается как

$$e_{l,t} = \text{Score}(s_{l-1}, h_t, \alpha_{l-1}) \quad (9)$$

$$\alpha_{l,t} = \frac{\exp(e_{l,t})}{\sum_{t=1}^T \exp(e_{l,t})} \quad (10)$$

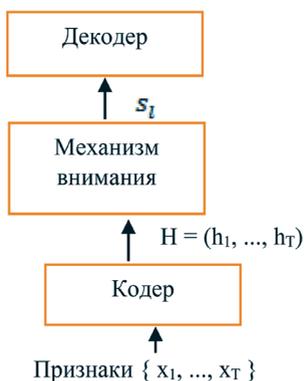


Рисунок 1 – Модель на основе механизма внимания

Метод кодер-декодер, использующий механизм внимания, не требует предварительного сегментирования данных. С вниманием он

может неявно выучить мягкое выравнивание входных и выходных последовательностей, что решает большую проблему для распознавания речи. Результат кодирования больше не ограничивается одним вектором фиксированной длины, модель всё ещё может оказывать хорошее влияние на длинную входную последовательность, поэтому такая модель также может обрабатывать речевой ввод различной длины. Интегральная модель, основанная на внимании, также может быть разделена на три части: кодер, выравниватель и декодер. В частности, его выравнивающая часть использует механизм внимания. Кодер играет роль акустической модели, которая такая же, как в CTC-моделях, RNN-преобразователях и даже гибридных моделях HMM-DNN. Таким образом, он сталкивается с теми же проблемами, что и они, и их решения также одинаковы. Однако, когда кодер сочетается с вниманием, возникают новые проблемы [14].

Серьезной проблемой, вызванной сочетанием кодера и внимания, является задержка. Поскольку внимание уделяется всей последовательности результатов кодирования, необходимо дождаться, пока процесс кодирования будет полностью завершен, прежде чем он сможет начать работу, поэтому время, затрачиваемое на процесс кодирования, увеличит задержку модели. Кроме того, кодер, который не уменьшает длину последовательности, будет иметь последовательность результатов кодирования, которая намного длиннее целевой последовательности меток (для входной речевой последовательности намного длиннее, чем для транскрипции). Это приводит к двум проблемам: с одной стороны, более длинная последовательность результатов кодирования означает больше внимания, тем самым увеличивая задержку; с другой стороны, поскольку речь намного больше, чем транскрипция, последовательность, сгенерированная процессом кодирования без подвыборки, привнесет много избыточной информации в механизм внимания [15]. Аналогично тенденции развития в моделях на основе CTC и RNN-преобразователей, для улучшения возможностей кодирования кодер в моделях на основе внимания также становится все более и более сложным. Наиболее очевидный момент отражается в его глубине. Ранний кодировщик был в основном в трех слоях и постепенно развивался до шести слоев. По мере усложнения структуры сети и углубления её глубины эффект модели постоянно улучшается. В [16] построили 15-слойную сеть кодировщиков, используя сеть в сети, пакетную нормализацию, остаточную сеть, сверточную LSTM и в конечном итоге достигли WER 10,53% без использования словаря или языковой модели.

Модель на основе условных случайных полей (CRF). Условные случайные поля (Conditional Random Fields, CRF) – это модель, которая позволяет комбинировать локальную информацию для прогнозирования глобальной вероятностной модели по последовательностям. Данная модель впервые была предложена в [17] для распознавания речи. В данном методе X является случайной величиной для последовательностей данных, которые должны быть помечены, а Y является случайной величиной для соответствующих последовательностей меток. Все компоненты Y_i из Y располагаются в алфавите конечной метки Y . Случайные величины X и Y распределены совместно, но в дискриминационной структуре должны строить условную модель $p(Y | X)$ из парных наблюдений и последовательностей меток. Пусть $G = (V, E)$ – это граф, а $Y = (Y_v)_{v \in V}$, так что Y индексируется вершинами G . Тогда (X, Y) является условным случайным полем в случае, когда условие на X , случайные величины Y_v подчиняются свойству Маркова относительно графа: $p(Y_v | X, Y_w, w \neq v) = p(Y_v | X, Y_w, w \sim v)$, где $w \sim v$ означает, что w и v являются соседями в G . Структура модели на основе CRF представлена на рисунке 2.

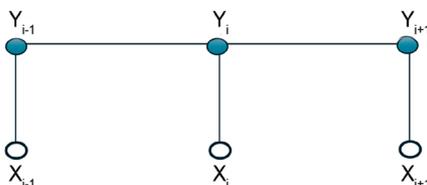


Рисунок 2 – Графическое представление модели на основе CRF

Самой распространённой в применении является модель линейного CRF (linear chain CRF). Эта модель чаще всего применяется для решения задач разметки и сегментации последовательностей [18]. Похожим методом для CRF является алгоритм MEMM (Марковские модели с максимальной энтропией), также являющийся дискриминативной вероятностной моделью. Основное отличие CRF от MEMM – отсутствие проблемы смещения метки (label bias – ситуация, когда преимущество получают состояния с меньшим количеством переходов, так как строится единое распределение вероятностей и нормализация) [19]. По данным [20, 21] исследований после использования CRF были получены лучшие результаты чем MEMM или HMM без использования языковой модели.

Заключение. Рассмотренные методы построения интегральных моделей превосходят модель HMM-GMM, но её производительность всё ещё хуже или сопоставима с моделью HMM-DNN, в которой также используются методы глубокого обучения. Чтобы по-настоящему воспользоваться преимуществами интегральной модели необходимо как минимум улучшить в следующих аспектах:

– Модели на основе CTC являются монотонными и поддерживают потоковое декодирование, поэтому они подходят для онлайн-сценариев с низкой задержкой. Однако их эффективность распознавания ограничена. Основным недостатком модели на основе CRF является вычислительная сложность анализа обучающей выборки, что затрудняет постоянное обновление модели при поступлении новых обучающих данных. Модели, основанные на механизме внимания, могут эффективно улучшить характеристики распознавания, но они не монотонны и имеют длительную задержку. Хотя существуют такие методы, как «окно», чтобы уменьшить задержку внимания, они могут в определенной степени снизить производительность распознавания. Следовательно, снижение задержки при обеспечении производительности является важной исследовательской проблемой для интегральной модели;

– Модель на основе HMM использует дополнительные языковые модели, чтобы обеспечить богатство языковых знаний, в то время как все языковые знания интегральной модели получены только из транскрипций обучающих данных, охват которых очень ограничен. Это приводит к большим трудностям при работе со сценами с большим языковым разнообразием. Следовательно, интегральная модель должна улучшить изучение языковых знаний при сохранении интегральной структуры.

Список литературы

1 Казачкин А. Е. Методы распознавания речи, современные речевые технологии // Молодой ученый. – 2019. – №39. – С. 6-8. – URL <https://moluch.ru/archive/277/62675/> (дата обращения: 28.01.2020). [Kazachkin A.E. Metody` raspoznavaniya rechi, sovremennyy`e rechevy`e tekhnologii// Molodoy uchyony`j.-2019.-N39.-S.6-8]

2 Ронжин А.Л., Карпов А.А., Ли И.В. Речевой и многомодальный интерфейс. М.: Наука, 2006. -173 с.]. [Ronzhin A.L., Karpov A.A., Li I.V. Rechevoy i mnogomodal`ny`j interfeysy`// М.: Nauka, 2006.- 173s.]

3 Гусев М.Н, Дегтярев В.М. Система распознавания речи: основные модели и алгоритмы. – СПб.: Знак, 2013. – 128 с. [Gusev M.N., Degtearyov

V.M. Sistema raspoznavaniya rechi: osnovny`e modeli i algoritmy` / SPb: Znak, 2013.-128s.]

4 Ibrahim M. El-Henawy, Walid I. Khedr, Osama M. ELkomy, Al-Zahraa M.I. Abdalla. Recognition of phonetic Arabic figures via wavelet based Mel Frequency Cepstrum using HMMs // HBRC Journal. – 2014. – Vol. 10-Is. 1. – P. 49-54.

5 Воробьева С. А. Методы распознавания речи // Молодой ученый. — 2016. — №26. — С. 136-141. — URL <https://moluch.ru/archive/130/36213/> (дата обращения: 28.01.2020. [Vorob`yova S.A. Metody` raspoznavaniya rechi// Molodoy uchyony`j . -2016. -N26. -S.136-141]

6 Sirko Molau, Michael Pitz, Ralf Schluter and Hermann Ney. (2001) “Computing Mel frequency Cepstral Coefficients on the power spectrum.” IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing

7 Bezoui Mouaz, Beni Hssane Abderrahim, Elmoutaouakkil Abdelmajid, Speech Recognition of Moroccan Dialect Using Hidden Markov Models // Procedia Computer Science. – 2019. - Vol. 151. – P. 985-991.

8 Rabiner L-R., Juang B-H., Fundamentals of Speech Recognition, Prentice-Hall. – 1993.

9 Rao K., Sak, H., Prabhavalkar R. Exploring architectures, data and units for streaming end-to-end speech recognition with RNN-transducer // In Proceedings of the 2017 IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop (ASRU, Okinawa, Japan. 16–20 December). – 2017. – P. 193–199.

10 Lu L., Zhang X., Cho K., Renals S. A study of the recurrent neural network encoder-decoder for large vocabulary speech recognition // In Proceedings of the Sixteenth Annual Conference of the International Speech Communication Association (Germany, 6–10 September 2015). - Dresden, – 2015. P. 3249–3253.

11 Rahhal Errattahi, Asmaa El Hannani, Hassan Ouahmane. Automatic Speech Recognition Errors Detection and Correction: A Review // Procedia Computer Science. – 2018. - Vol.128. P. 32-37.

12 Ueno, Sei & Inaguma, Hirofumi & Mimura, Masato & Kawahara, Tatsuya. (2018). Acoustic-to-Word Attention-Based Model Complemented with Character-Level CTC-Based Model. 5804-5808. 10.1109/ICASSP.2018.8462576.

13 Prabhavalkar R., Rao, K., Sainath T.N., Li, B., Johnson L., Jaitly N. A comparison of sequence-to-sequence models for speech recognition // In Proceedings of the Interspeech. (Sweden, 20–24 August 2017). Stoc., – 2017. – P. 939–943.

14 Wang, Dong & Wang, Xiaodong & Lv, Shaohu. (2019). An Overview of End-to-End Automatic Speech Recognition. Symmetry. 11. 1018. 10.3390/sym11081018.

15 Мамырбаев О., Шаяхметова А., Кыдырбекова А., Турдалыулы М. Интегральный подход распознавания речи для агглютинативных языков // АУЭС Вестник, - 2020, – № 1(48). [Mamy`rbaev O., Shayakhmetova A., Kady`rbekova A., Turdaly`uly` M. Integral`ny`j podkhod raspoznavaniya rechi agglyutinativny`x yazy`kov, AUE`S Vesstnik, N1 (48).-2020]

16 Bahdanau, D.; Chorowski, J.; Serdyuk, D.; Brakel, P.; Bengio, Y. End-to-end attention-based large vocabulary speech recognition. In Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). Shanghai, China, 20–25 March. 2016. - P. 4945–4949.

17 J. Lafferty, A. McCallum, and F. Pereira, "Conditional random fields: Probabilistic models for segmenting and labeling sequence data" // in Proceedings of the International Conference on Machine Learning (ICML'01). Williamstown, MA, USA, Jun. 2001. - P. 282–289.

18 E. Fosler-Lussier, Y. He, P. Jyothi, and R. Prabhavalkar. Conditional random fields in speech, audio, and language processing // Proceedings of the IEEE. – 2013. - Vol. 101, no. 5. - Pp. 1054–1075.

19 Марковников Н.М., Кипяткова И.С. Аналитический обзор интегральных систем распознавания речи // Тр. СПИИРАН. – 2018. - № 58. - С.77–110 [Markovnikov N.M., Kipyatkova I.S. Analiticheskij obzor integral'ny'kh system raspoznavaniya rechi, Tr.SPIIRAN, 58 (2018)]

20 Hifny Y., Renals S. Speech recognition using augmented conditional random fields // IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing. – 2009. - Vol. 17. - №. 2. - P. 354–365.

21 H. Tang et al. End-to-End Neural Segmental Models for Speech Recognition // in IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing. – 2017. - Vol. 11. - № 8. - P. 1254-1264.

Мамырбаев О.Ж. - Phd.M.,D, ассоциированный профессор,
e-mail: morkenj@mail.ru,

Оралбекова Д.О. - докторант, e-mail: dinaoral@mail.ru

А.А. Амирбай¹, А.А. Муханова¹

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

КӘСІПОРЫННЫҢ АҚПАРАТТЫҚ РЕСУРСТАРЫН ҚОРҒАУДА ЭКСПЕРТТІК БАҒАЛАУ ӘДІСІМЕН ШЫҒЫНДАНУ ТӘУЕКЕЛДІЛІКТЕРІН ЕСЕПТЕУ

Түйіндеме. Мақалада ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз етумен, сонымен қатар компьютерлік жүйеде ақпараттық ресурстарды қорғау шараларын ойдағыдай жүзеге асыру үшін қауіп-қатерді бақылау жүйесін құрумен және SIEM жүйесінің функционалдық жүйелері негізінде тәуекелдерді есептеудің толық кешенді алгоритмін іске асырумен байланысты проблемалар талқыланады. Кәсіпорын компьютерлік жүйеден және ақпараттық ресурстардан қауіп-қатерге ұшыраған жағдайларда сараптамалық бағалауды негізге ала отырып, мәліметтер базасын құру ұсынылады. Сонымен қатар, шығындарды болдырмау үшін, сондай-ақ ақпаратты сақтаудың минималды тиімді тәсілі ретінде триплет түрінде шифрлауды қолданған жөн және репозиторийлерде триплеттерді сақтау алгоритмін құру ұсынылады.

Түйінді сөздер: қатер, тәуекелдік, триплет, триплет қоймасы.

• • •

Аннотация. В статье рассматривается проблема связанная с обеспечением информационной безопасности, а также с созданием системы мониторинга угроз для успешной реализации мероприятий защиты информационных ресурсов в компьютерной системе и реализации полного комплексного алгоритма расчета рисков на основании функциональных подсистем системы SIEM. Предложено создание базы данных на основе экспертной оценки, для случаев, когда предприятие подвержено угрозам компьютерной системы и информационных ресурсов. Кроме того, для предотвращения затрат, а также как минимальный эффективный способ хранения информации, рекомендуется использовать шифрование в виде триплета и создание алгоритма хранения триплетов в репозиториях.

Ключевые слова: угроза, риск, триплет, хранилище триплетов.

• • •

Abstract. The article deals with the problem of ensuring information security, as well as creating a system for monitoring threats for the successful implementation of measures to protect information resources in a computer system and the implementation of a complete integrated algorithm for calculating risks based on functional subsystems of the SIEM system. The work proposed the creation of a database based on expert assessment, when an enterprise is exposed to threats of informa-

tion resources in a computer system. In addition, to prevent costs, as well as the minimum effective way to store information resources, it is recommended to use encryption in the form of a triplet and the creation of an algorithm for storing triplets in repositories.

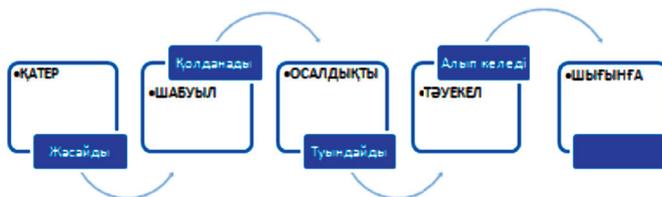
Keywords: threat, risk, triple, triplestorage.

Кіріспе. Ақпараттық технологиялардың өнуі мен қарқынды дамуы жаңа құралдардың пайда болуы мен ақпаратты өңдеу әдістерін ғана алып келген жоқ, сонымен қоса жаңа ақпараттық қауіпсіз қатер, жүйе әлсіздігі мен компьютерлік шабуылдардың жаңа түрлерінің пайда болуына да алып кеп соқты. Компьютерлік жүйеде ақпараттық ресурстарды қорғауды тиімді жүзеге асыру үшін, қауіпсіздік қауіп-қатер мониторинг жүйесін құрумен байланысқа негізделген бүтін сан қатар есебін шығару қажет. Мониторинг жүйесі ақпаратты қорғауда ағымдық амалын жүзеге асырады және құрудағы негізгі мақсаты компьютерлік жүйеде ақпараттық ресурстарға әсер еткен қатерлерден туындайтын қатерлі тәуекелдер деңгейін төмендету және пайда болған шығындарды азайту. Қазіргі таңда қауіп-қатер қауіпсіздік мониторинг жүйесін құрудағы ең маңызды және перспективті бағыттың бірі қауіпсіздік оқиға және ақпаратты басқаруды қамтамасыз ететін жүйе SIEM (Security Information and Event Management) болып табылады. Кез – келген SIEM – жүйесінің орталық компоненті – деректер қоймасы [1]. Деректер қоймасында SIEM – жүйесінің аналитикалық модулінен келіп түсетін сұраныстарды өңдеу мен деректерді сақтау іске асады. SIEM – жүйесі ақпараттық қауіпсіздік деңгейінің көтерілуіне әсер етеді, сонымен қоса қауіпсіздік оқиға мен программалық қақтығыстар қауіп-қатерге ұшырамай тұрып басқаруды жүзеге асырады. Жұмыстың мақсаты компьютерлік жүйеде ақпараттық ресурстарды нақты уақыт режимінде қорғауды болжау және оңтайландыру мәселелерін шешу үшін жеке SIEM – жүйесінің тораптарын толтыру туралы кейбір пікірлерді ұсыну. Кәсіпорынның компьютерлік жүйесінде ақпараттық ресурстарға қарсы шабуылдаған қатерлердің жүзеге асу мүмкіндігі орын алғанда пайда болған тәуекел деңгейін эксперттік әдіс бойынша бағалау және шығының есептеу жөнінде базасын жүйеде құру. Эксперттік бағалау әдісі бойынша SQL Server 2012 жүйесінде қатерлі тәуекелдердер деңгейін сандық әрі сапалық бағалау және мүмкін болған шығындарды барлық қатерлер үшін есептеу жүргізіп, процедуралар құрылды. Сондай-ақ жұмыста күрделі шығындарды алдын-алу мақсатында, контршаралар мен AP-ды сақтаудың ең ми-

нималды, тиімді әдісі–триплеттерді пайдаланумен, жоғарыда аталған есептеудің толық кешенді алгоритмің, SIEM – жүйесінің жүйелік қосымшаларына сай келетіндей жүйеде жүзеге асыру іс-әрекеттері жүзеге асырылды. SIEM – жүйесінің жүйелік қосымшаларының қызметі негізінде жүргізілген есептеулердің толық кешенді алгоритмі компьютерлік жүйеде ақпараттық ресурстардың нақты уақыт режимінде қорғауды болжау, тәуекелдерді бағалау мен деңгейін төмендетуге, шығындарды азайтуға мүмкіндік береді [1, 2]. Қатерлерден қорғау шаралары арасында, ақпараттық ресурстарды сақтаудың ең тиімді әдісі – триплеттерге бағытталған деректер сызбасы ұсынылды, триплеттер қоймасына арналған саралау жұмыстары жүргізілді, олардың мүмкіндіктері мен архитектурасы қарастырылды, соңымен қоса перспективалық SIEM – жүйесі үшін ең қолайлы деректерді сақтау қоймасы таңдалынды [2].

Ақпаратты қорғау саласындағы тәуекелдерді бағалау. Ақпараттық қауіпсіздік ақпараттың иелеріне немесе пайдаланушыларға зиян келтіруі мүмкін бір немесе бірнеше АЖ критерийлерінің (құпиялылық, қол жетімділік, тұтастық) бұзылуына байланысты кездейсоқ немесе қасақана ақпараттық ресурстарды және қолдаушы инфрақұрылымды қорғау жағдайы ретінде түсініледі [3]. Компьютерлік жүйеде ақпараттық ресурстардың бұзылуы сөзсіз шығындарға әкеп соғады: қаржылық, операциялық, тұтынушылық зиян, қызметкерлерге келтірілген зиян. Ең маңызды қауіпсіздік көрсеткіштерінің бірі - қатер.

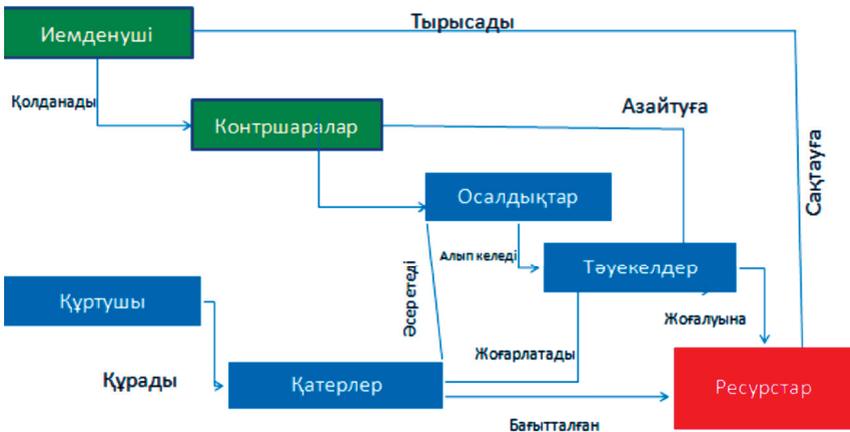
Кез-келген саладағы кәсіпорындардың қызметі белгілі бір дәрежеде тәуекелді болып табылады, бұл адам факторлары мен компания жұмыс істейтін саланың сипатына байланысты. Ақпараттық шабуылдар кәсіпорындардың ішкі және сыртқы бұзушылары және осалдықтарды пайдаланып бағдарламалық қамтамасыз ету бойынша жүзеге асырылады. Шабуылдар арқылы жүзеге асырылатын осалдықтар мен қатерлер арасындағы қарым-қатынас тәуекелдің пайда болуы алып келеді, төменде процес 1 - шы суретте көрсетілген.



1 сурет - Қауіп-қатерлердің пайда болуы мен іске асыру процесі

Ақпараттық жүйенің осалдығы(vulnerability)- кемшіліктер болып табылады, көбіне жүйені жобалау немесе кодтау кезінде жасалған қате болып табылады.

Ақпараттық технологиялар және ақпараттық қызметтер үшін дамып келе жатқан нарықтар маңызды назар аударуды және зерттеуді талап етеді, себебі құнды және маңызды ақпаратты иелену, пайдалану және беру есебінен компанияға елеулі зиян келтіруі мүмкін бірқатар тәуекелдер болуы мүмкін. Мұндағы, *тәуекел дегеніміз - кәсіпорынның кейбір ресурстарын жоғалту ықтималдығы, кіріс тапшылығы немесе бизнесті жүргізу барысында қосымша шығындардың пайда болуы.* Құқық бұзушылардың шабуылынан ықтимал шығындарды бағалауға және оны азайту жөніндегі шараларды таңдауға арналған тәуекелге негізделген тәсіл ақпараттық қауіпсіздікте кеңінен қолданылып, тәуекелдерді басқару деп аталды. Тәуекелдерді басқару тұжырымдамасын әртүрлі көздерде әр түрлі болады. Тәуекелдерді басқарудың негізгі кезеңі тәуекелдерді басқару әдістері мен құралдарын таңдау кезеңі болып табылады. Төменде 2-суретке сәйкес, модель мынадай түрде құрастырылады: бөлінген ресурстарға олардың тиісті қаржылық шығындары бойынша да, сондай-ақ ұйымның беделіне залал келтіру, оның қызметін бұзу, құпия ақпаратты жариялаудан материалдық емес зиян. Содан кейін ресурстардың өзара байланысы сипатталған, қауіпсіздік қатерлері анықталады және олардың орындалу ықтималдығы бағаланады.



2 сурет - Ақпараттық тәуекелдерді бағалау алгоритмі

Ақпараттық тәуекелдерді талдау - бұл сандық (ақша ресурстарының түрінде) және сапалы (тәуекел деңгейі: жоғары, орташа, төмен) тәуекелдік индикаторларын анықтау арқылы ақпараттық жүйені қорғау деңгейін бағалау процесі. Талдау ақпаратты қорғау процестерін қалыптастырудың әр түрлі құралдары мен әдістерін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Тәуекелдерді талдаудың негізі – тәуекелдерді сәйкестендіру процесінде жиналған SIEM-жүйесінің репозиторийінен алынған статистикалық деректер және жүйе талдаушысының жұмысының нәтижелері SIEM жүйесіндегі тиісті түйіндерден немесе процедуралармен пайдаланылады, олар шешім қабылдайды [4]. Қазіргі кезде тәуекелдерді талдау және бағалау үлгілері тәуекелді басқаруды белгісіздік кезінде шешім қабылдау ретінде және даму барысында альтернативті немесе қосымша шешімдер қабылдау критерийлері ретінде сандық тәуекел көрсеткіштерін қарастыратын даму сатысында. Тәуекелдерді бағалау – тәуекелдерді басқарудың жалпы жүйесінің маңызды құрамдас бөлігі. Бұл тәуекел дәрежесін сандық немесе сапалы түрде анықтау үдерісі. Сапалы талдаудың негізгі міндеті, тәуекелдердің мүмкін түрлерін анықтаудан басқа, тәуекелдің осы түріне әсер ететін себептер мен факторларды анықтау және сипаттау болып табылады. Сараптамалық бағалау әдісі - белгілі бір мәселе бойынша сараптамалық қорытынды алуға бағытталған логикалық және математикалық процедуралар кешені. Бұл әдістің артықшылығы, басқару шешімдерін оңтайлы шешуге арналған құзыретті маманның тәжірибесін және түйсінуді қолдана алады, тәуекелдер сипаттамалары сарапшы құралдармен белгіленуі мүмкін.

SIEM – жүйесін құру және жұмыс істеуін бақылаудағы негізгі мақсат ақпараттық–телекоммуникациялық инфрақұрылымда ақпараттық қауіпсіздіктің деңгейін айтарлықтай көтеру, қауіпсіздік туралы ақпаратты манипуляциялау және қауіпсіз оқиға мен программалық қақтығыстарды “проактивті” басқаруын жүзеге асыру. Мұндағы “проактивті” дегеніміз “қауіп-қатерге ұшырамай тұрып әрекет жасау” деген мағылнаны береді [3, 4].

SIEM–жүйесі ақпараттық инфрақұрылысты сақтай алатындай «қосымша сервері» мен «деректер қоймасы» деп аталатын «агенттер» құрылысы бар. *Агенттер* деректердің алғашқы өңдеуі мен сүзбесін, қауіпсіз оқиғалар жинағын орындайды. Жиналған және сүзілген деректерді сақтау үшін деректер қоймасына өтеді, сосын келесі қдамды орындау мақсатында ішкі форматында сақталады. *Қосымша сервері* болса ақпарат сақтаудың негізгі қызметін атқарады. Ол кой-

мада сақталған деректерге саралау жөмыстарын жүргізіп, ақпаратты қорғау ескертулерін шығару үшін өндіріске түрлендіреді.

Бірінші деңгейде *деректерді жинау* әрқилы дереккөздердің түрлері арқасында жүзеге асады. Әрқилы дереккөздердің форматы түрліше типте болады. Олардың қатарына: файлдық серверлер, деректер қорының серверлері, Windows – серверлері, желіаралық экрандар(ЖАЭ), жұмыс станциялары, шабуылдарға қарсы жүйелер (IPS, intrusion prevention systems), вирусқа қарсы программалар және т.б. Екінші деңгейде қоймада сақталатын қауіпсіз оқиғалар туралы басқару жүзеге асады. Қоймада сақталынған деректер *деректерді саралау* деңгейінде сұралатын сұраныс нәтижесінде алынады [5]. Бұл деңгейде тәуекелдерді сандық және сапалық бағалау сияқты көптеген операциялар жүзеге асады. Үшінші деңгейде алынатын, SIEM – жүйесіндегі деректерді саралау деңгейі блып табылады. Өңдеу нәтижесі болып алдын-ала сипатталатын ерікті түрдегі отчеттар, оперативті оқиға туралы (on-line) деректер корреляциясы, сонымен қоса on-line режимде өндірілетін ескертулер жатады.

SIEM – жүйесінің жаңа буындарының жұмыс істеу механизмі арасындағы байланыс функционалды моделдің бейнесін көрнекті түрде көрсетеді (сурет 3). Көріп тұрғанымыздай, SIEM-жүйесінде бес негізгі функционалдық жүйеліктер бар: деректерді жинақтау, деректерді өңдеу, сақтау, деректерді саралау және көрсету. Мұнда бастапқы екеуі on-line режимінде, ал қалғандары соған жақын түрде қызмет атқарады.



3 сурет - SIEM-жүйесінің функциональді моделі

Эксперттік бағалау негізінде тәуекелдерді есептеу. Қолайсыз оқиғаларды іске асырудан ақпараттық жүйелерде әдіснамалық

зиянды бағалау тәуекелдерді бағалауға байланысты. Тәуекелдер бойынша есептеулер ақпараттық жүйелерде пайда болатын жағымсыз оқиғалардың ықтималдығы негізінде есептеледі. Қолайсыз оқиғалардың пайда болуының объективті және субъективті ықтималдығы бар. Қолайсыз оқиғалардың пайда болуының объективті ықтималдығын бағалау тәуекелдерді бағалауды есептеудің алгоритміндегі маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Қатерлер орын алғанда, қатерлердің жүзеге асу деңгейі артып, тәуекел деңгейі өседі де ықтимал шығындарды есептеуде эксперттік бағалау негізінде тәуекелдерді сандық және сапалық әдіспен есептейміз. Тәуекелдерді бағалаудың негізі - тәуекелдерді өңдеу жүйелігінде жиналған, SIEM-жүйесінің қоймасынан алынған статистикалық деректер пайдаланылады.

SIEM-жүйесінің қоймасында жиналған қатерлер тізімі, ақпараттық ресурстарды елеулі түрде бұзатын келеңсіз оқиғалардың кейбір маңызды жиындары бар. Бұл ішкі жиын келесідей белгіленеді [6]:

$$K = \{K_{i_1}, K_{i_2}, \dots, K_{i_m}\}$$

К жиынтығын құрғаннан кейін, компьютерлік жүйенің жүйелік тиімділігінің төмендеуіне әкелетін барлық қатерлердің сандық көрсеткіштеріне негізделген ішкі жиындар элементтерінің қасиеттерін талдауды жалғастырамыз. ΔT кезінде келеңсіз оқиғалардың i -ші салдарынан туындаған қатердің математикалық күтуі (мысалы, 1 ай) келесі формула арқылы ұсынылуы мүмкін:

$$v(K_i, \Delta T) = M[v(K_i) * f_i], \quad i = 1 \dots m$$

Мұнда, $v(K_i)$ – қатерлердің жүзеге асу мүмкіндігі;

f_i – ΔT кезінде i -ші қатерлердің кездейсоқ мәні;

m – барлық қатерлердің жалпы саны.

Егер қолайсыз оқиғалар әрбір қатерлердің зақымдануынан тәуелсіз болса, онда

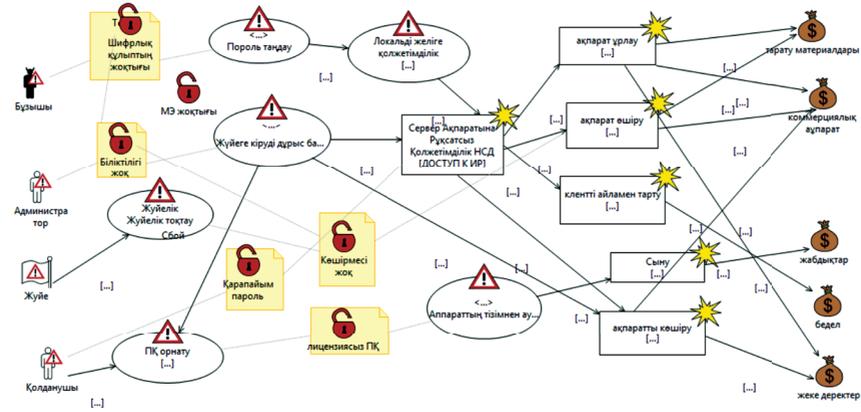
$$v(K_i, \Delta T) = M[v(K_i)] * M[f_i], \quad i = 1 \dots m$$

және көптеген қатерлерден келтірілген шығын осы арақатынасымен анықталады:

$$V(K_i, \Delta T) = \sum_{i=1}^m M[v(K_i) * f_i].$$

Тәуекелдерді бағалау - кәсіпорынның немесе SIEM жүйесінің қоймасындағы, ақпараттық ресурстарға қарсы қатерлі шабуылдардың

шығындану мүмкіндігін бағалау үшін жинақталған, талданған, сақталған, өңделген статистикалық деректерге негізделген [6, 7]. Кәсіпорынның құнды дүниелері (активтер) мен олардың маңыздылығын анықтай отырып, бұлардың құрту, жою, өшіру және т.б. қолайсыз жағдайларды тудыратын қатерлерді тауып, тізімін құрдық. Қатер тудырушылардың негізгі мақсаты да осы құнды дүниелерге қол жеткізу. Құнды дүниелерге әсер етуші компьютерлік жүйенің Қатер, Осалдығы, Қатер тудырушылар, Пайда болу мүмкін Тәуекелі мен Пайда болу мүмкін шығының анықтау қажет. Зерттеу барысында анықталған қатерлер мен оларға сәйкес осалдықтар тізімі және активтер мен шабуыл жасаушы бұзушылар тізімін визуалды 4-ші суретте бейнелейміз.



4 сурет – Активтерге қарсы шабуылдар

Қауіп-қатер ықтималдығын және ықтимал зақым дәрежесін бағалау негізінде тәуекелдерді бағалау жүргізіледі. 1-кестеде қатер деңгейінің матрицасы бар. Мысал ретінде кестедегі қатерді алайық (1 Кесте) :

1 Кесте - Қатер мысалы

Қатер коды	Қатерлер	Осалдықтар	Активтер	маңыздылығы [b]	Эксперттер саны
101	Басқа біреудің пайдаланушы идентификаторын тағайындау	Түпнұсқаландыру механизмдері жоқ, жеңіл құпия сөздерді пайдалануды анықтау	Жеке мәліметтер	3	m=5 m=8

Қатер жүзеге асқан сәтте мүмкін болған Тәуекелдерді және шығындарды есептеу алгоритмі:

$$[\text{Қатердің жүзеге асу мүмкіндігі}] = [V] = \left[\frac{N(A)}{N} \right] \quad (1)$$

$$[V] = \left[\frac{N(A)}{N} \right] = \frac{7}{25} = 0.28$$

Сапалық бағалау әдісі бойынша: *қалыпты*

Мұнда : N –қауіп-қатермен жасалған жалпы залал;

$N(A)$ – ΔT уақыт кезінде қауіптер санының кездейсоқ мәні;

$$\begin{aligned} [\text{Шығын дәрежесін бағалау}] = \\ \text{Шығын дәрежесін шкала бойынша} = \frac{b}{m}, \end{aligned} \quad (2)$$

Мұнда : b – активтер маңыздылығы;

m – эксперттер саны.

m = 5

$$\text{Шығын дәрежесін шкала бойынша} = \frac{b}{m} = \frac{3}{5} = 0.6$$

Сапалық бағалау әдісі бойынша: *критикалық*

Бұл шкала бойынша Эксперттердің тағайындаған шығындардың максимум бағасы, сандық бағалау әдісі бойынша : S = 1.200 мың теңге (2 Кесте)

2 Кесте - Тәуекел деңгейін сапалық бағалау кестесі

Қатердің жүзеге асу мүмкіндігі а	Жоғары	Қалыпты	Төмен
Шығын дәрежесін бағалау			
Критикалық	Жоғары деңгей	Орта деңгей	Төменгі деңгей
Айтарлықтай	Орта деңгей	Орта деңгей	Төменгі деңгей
Шамалы	Төменгі деңгей	Төменгі деңгей	Қолайлы деңгей

Компьютердің осалдығы нәтижесінде, қатер шабуыл жасау арқылы тәуекел тудырды. Біз пайда болған тәуекелдерді эксперттік бағалау негізінде есептеп, сандық бағалау әдісі бойынша шкалаларын сәйкестендірдік. Келесі мәселе, сандық бағалау әдісі бойынша пайда болған шығын көлемін есептеу [8]:

$$\begin{aligned} [\text{ШЫҒЫН}] = [R] &= [\text{Қатердің жүзеге асу мүмкіндігі}] * \\ [\text{Шығын дәрежесін бағалау}] &= [R] = [V] * [S] \quad (3) \\ [R] = [V] * [S] &= 0,28 * 1.200 \text{ мың теңге} = 336.000 \text{ теңге} \quad (3 \text{ Кесте}) \end{aligned}$$

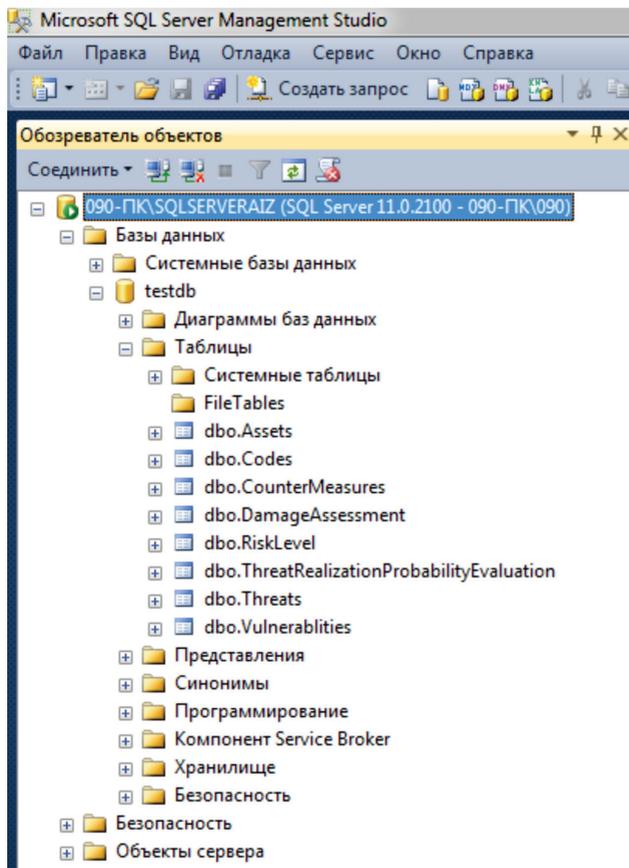
3 Кесте - Шығын есептеу мысал кестесі

№	N	N(K)	V	Қатердің жүзеге асу мүмкіндігі	Шығын дәрежесі	Актив маңыздылығы, b	Шығын дәрежесі шкала бойынша	S, мың	R, тг
1	25	7	0,28 (m=5)	қалыпты	критикалық	3	0.6	1.200	336000
2	25	7	0,28 (m=8)	қалыпты	маңызды	3	0.375	680	190400
3	64	58	0,9 (m=5)	жоғары	критикалық	3	0.6	1.200	1087500
4	48	6	0.125 (m=5)	төмен	критикалық	3	0.6	1.200	150000
5	48	6	0.125 (m=8)	төмен	маңызды	3	0.375	680	85000

Тәуекел деңгейлері қауіп-қатерлердің жіктелуіне сәйкес белгіленеді. Шығынды бағалаудың дұрыстығы тәуекел деңгейінің таразысына сәйкес тексеріледі. Тәуекел деңгейі – **Орта деңгей**. Жоғарыда көрсетілген әдіспен кәсіпорынның мүмкін болатын Тәуекелдерін есептеу компьютерлік жүйенің көмегінсіз тиімді болып табылмайды, әрі көп уақытты қажет етеді. Сол себепті, SIEM – жүйесінің *деректерді жинау жүйелігінде* сүзгіден өткен, әрі қалыптандырылған деректер *деректерді сақтау* жүйелігінде, яғни қоймада сақталады. Сол деректер қоймасы ретінде, жоғарыдағы есептерді жүзеге асыру мақсатында SQL Server 2012 программалық жүйесі таңдалып алынды. Microsoft SQL Server 2012 - бұл ең жаңа және ең қуатты деректер базасын басқару жүйесі [9]. ДҚБЖ үшін стандартты мүмкіндіктерден басқа, SQL Server 2012 деректерді талдау қызметтерінің біріктірілген жиынтығын қамтиды. Яғни, Қауіп-қатер орын алған сәтте, шабуылдар мен компьютерлік осалдықтарды талдап, тәуекелдерді бағалау және деректерді талдаудың сандық және сапалық бағаларын есептеп көрсетеді. Бұл SIEM – жүйесінің *Талдау жүйелігінің* негізгі қызметтеріне тікелей сәйкес келгендігін көрсеткендіктен, Microsoft SQL Server 2012 жүйесі таңдалынды. Жүйеде жаңа дерекқор құрып, қажетте деректерді енгізу үшін Кестелер құрамыз, ол үшін кестелерінің тінтуірдің оң жағын басамыз және әр қажетті кестелер үшін тиісті параметрлердің көрсеткішін белгілейміз. Біз келесідей кестелерді жүйеде құрамыз:

Кодттар кестесі, Қатерлер кестесі, Осалдықтар кестесі, Бағалы дүниелер кестесі, Қатердің жүзеге асу мүмкіндігі кестесі, Шығын дәрежесін бағалау кестесі, Тәуекел деңгей кестесі және Контршаралар кестесі. Соңында курсорды Id бағанына орнатып, бағдарлама құралдар тақтасындағы алтын кілтін нұқу керек. Осы-

дан кейін идентификатор өрісінің алдында алтын кілт пайда болуы керек. Бұл кілт id бағаны бастапқы кілт ретінде әрекет ететінін көрсетеді [10].



5 сурет – Дерекқордағы құрылған кестелер

Келесі, Деректер қорында құрған кестелерімізге деректерді өңгіземіз. “Қатерлер” кестесінде, 5- суреттегідей Қатерлер аты, типі, Бұзушылар және Құпиялығы, Бүтінділігі, Қолжетімділік критерийлері бойынша бағалау жасалынды. Кестелер байланысы деректерге сұраныс жасау операцияларын жүзеге асыру мақсатында жасалынды. Онымен сұраныс жасап, сақтап, жүктеп, өңдей аламыз. Сонымен қа-

тар, кез-келген серверге қосылмай, сұраулар бойынша жұмыс істей аламыз. Сұрау өңдегіші тақтасын ашу үшін, SQL Server Management Studio құралдар тақтасында Жаңа Сұрау түймешігін басамыз: Кәсіпорынның AP-на Қатерлердің жүзеге асуы мен осалдығы салдарынан мүмкін болатын Тәуекелдерді есептеу алгоритмі:

```
-----  
USE [testdb]  
GO  
SET ANSI_NULLS ON  
GO  
SET QUOTED_IDENTIFIER ON  
GO  
ALTER procedure [dbo].[GetMainQuery]  
(  
    @TotalDamage float,  
    @RandomDamage float,  
    @NumberOfExperts float  
)  
as  
begin  
SELECT  
    t.CodId AS 'Кодугроз',  
    t.ThreatNameRu AS 'угрозы',  
    v.VulnerabilityNameRu AS 'уязвимости',  
    (@RandomDamage/@TotalDamage) AS 'V',  
    (SELECT TOP 1 ThreatRealizationProbability  
        FROM ThreatRealizationProbabilityEvaluation WHERE  
QualityOnScaleFrom <= (@RandomDamage/@TotalDamage)  
        AND QualityOnScaleTo >= (@RandomDamage/@  
TotalDamage) ) AS 'Вероятность реализации Угроз',  
    (SELECT TOP 1 DegreeOfDamage FROM DamageAssessment  
WHERE QualityOnScaleFrom <=  
        ((SELECT TOP 1 Significance FROM Assets WHERE  
CodId = t.CodId)/@NumberOfExperts)  
        AND QualityOnScaleTo >= ((SELECT TOP 1 Significance  
FROM Assets WHERE CodId = t.CodId)/@NumberOfExperts)) AS  
'Степеньущерба',  
    (SELECT TOP 1 ExpertAssessment FROM DamageAssessment
```

```
WHERE QualityOnScaleFrom <=
      ((SELECT TOP 1 Significance FROM Assets WHERE
Codeld = t.Codeld)/@NumberOfExperts)
      AND QualityOnScaleTo >= ((SELECT TOP 1 Significance
FROM Assets WHERE Codeld = t.Codeld)/@NumberOfExperts)) AS 'S',
      ((@RandomDamage/@TotalDamage) * (SELECT TOP 1
ExpertAssessment FROM DamageAssessment
      WHERE QualityOnScaleFrom <= ((SELECT TOP
1 Significance FROM Assets WHERE Codeld = t.Codeld)/@
NumberOfExperts)
      AND QualityOnScaleTo >= ((SELECT TOP 1 Significance
FROM Assets WHERE Codeld = t.Codeld)/@NumberOfExperts))) AS 'R',
      (SELECT TOP 1 CounterMeasure FROM CounterMeasures
WHERE Codeld = t.Codeld) AS 'Контрмеры',
      (SELECT TOP 1 RiskLevelRu FROM RiskLevel WHERE
      RiskLevelFrom <= ((@RandomDamage/@TotalDamage)
* (SELECT TOP 1 ExpertAssessment FROM DamageAssessment
      WHERE QualityOnScaleFrom <= ((SELECT TOP
1 Significance FROM Assets WHERE Codeld = t.Codeld)/@
NumberOfExperts)
      AND QualityOnScaleTo >= ((SELECT TOP 1 Significance
FROM Assets WHERE Codeld = t.Codeld)/@NumberOfExperts)))
      AND RiskLevelTo >= ((@RandomDamage/@
TotalDamage) * (SELECT TOP 1 ExpertAssessment FROM
DamageAssessment
      WHERE QualityOnScaleFrom <= ((SELECT TOP
1 Significance FROM Assets WHERE Codeld = t.Codeld)/@
NumberOfExperts)
      AND QualityOnScaleTo >= ((SELECT TOP 1 Significance
FROM Assets WHERE Codeld = t.Codeld)/@NumberOfExperts)))) AS
'Уровеньриска'
FROM Threats t
INNER JOIN Vulnerabilities v ON t.Codeld = v.Codeld;
end
```

Процедураны Sql Server Management Studio ортасында барлық қатерлер үшін, Тәуекелдердің бағалауын есептеп, нәтижесін төменде әрбір қатер үшін 6-8 суреттерден көре аласыздар:

SQL - 000-FKSQL-b (000-FK000 (33)) - 000-FKSQLSERVERA-tdb - dbp Threats

EXEC GetMalQuery 25, 7, 5

100 %

Код	Угрозы	Уязвимости	V	Вероятность	Степень ущерба	S	R	Контроль	Уровень риска	
1	1	НСД к информации, хранящейся на сервере	0,28	Умеренная	Критическая	120000	336000	Устранение информации в зашифрованном виде	Средний	
2	2	Потеря, изменение, удаление и т.д. информации	0,28	Умеренная	Значительная	680000	190400	Повышение квалификации администраторов	Средний	
3	3	Доступ со стороны пользователя	0,28	Умеренная	Незначительная	150000	42000	Иницировать подписание соглашений к трудовым договорам	Низкий	
4	4	Распространение конфиденциальной информации	0,28	Умеренная	Критическая	1200000	3360000	Установление устройств контроля напряженности	Средний	
5	5	Внедрение вредоносных программ	0,28	Умеренная	Значительная	1500000	4200000	Иницирование графика по обновлению УИ	Средний	
6	6	Присвоение чужого пользователя	0,28	Умеренная	Незначительная	150000	42000	Создание сложных паролей, обновление паролей	Низкий	
7	7	Выход из строя и Потома А.	Использование простого пароля	0,28	Умеренная	680000	190400	Создание сложных паролей и их хранение в зашифрованном виде	Средний	
8	8	Пора или потеря данных	Отсутствие системы проверки	0,28	Умеренная	Критическая	1200000	3360000	Внедрение программной системы	Средний
9	9	НСД к персональным данным	Отсутствие оповещения и т.д.	0,28	Умеренная	Критическая	1200000	3360000	Установка ПО от НСД	Средний
10	10	Раскрытие информации	Неадекватное сортирование	0,28	Умеренная	Критическая	1200000	3360000	Маширование и преобразование данных криптографически	Средний
11	11	Финансовый доступ нарушителя	Наличие в организации конто	0,28	Умеренная	Незначительная	150000	42000	Повысить организационный уровень сотрудничества	Низкий
12	12	Разглашение конфиденциальной информации	Отсутствие соглашения о конфиденциальности	0,28	Умеренная	Значительная	680000	190400	Разработка внутренней документации в форме работ	Низкий
13	13	Неадекватное управление	Неадекватное управление	0,28	Умеренная	Критическая	1200000	3360000	Проведение инструктаж и периодический контроль	Средний
14	14	Смешивание информации с телемоном	Неправильное распределение	0,28	Умеренная	Критическая	1200000	3360000	Установка только лицензионного программного обеспечения	Средний
15	15	Пожар	Уязвимость в системе п.т.	0,28	Умеренная	Значительная	680000	190400	Улучшение системы противопожарной организации	Средний

6 сурет - Қатерлердің жүзеге асуы қалыпты деңгейде тәуекелдерді эксперттік бағалау сұранысының нәтижесі

000-FKSQLSERVERA-tdb - dbp Asset SQL Query: sql - 000-FK000 (33) SQL - 000-FKSQL-b (000-FK000 (33)) - 000-FKSQLSERVERA-tdb - dbp Threats

EXEC GetMalQuery 64, 58, 5

100 %

Код	Угрозы	Уязвимости	V	Вероятность	Степень ущерба	S	R	Контроль	Уровень риска	
1	1	НСД к информации, хранящейся на сервере	0,90625	Высокая	Критическая	680000	1907500	Контроль информации в зашифрованном виде	Усл. Высокий	
2	2	Потеря, изменение, удаление и т.д. информации	0,90625	Высокая	Значительная	1200000	616250	Повышение квалификации администраторов	Пост. Средний	
3	3	Доступ со стороны пользователя	0,90625	Высокая	Незначительная	150000	159375	Иницировать подписание соглашений к трудовым договорам	Низкий	
4	4	Распространение конфиденциальной информации	0,90625	Высокая	Критическая	1200000	1907500	Установление устройств контроля напряженности телемоном	Высокий	
5	5	Внедрение вредоносных программ	0,90625	Высокая	Значительная	680000	616250	Иницирование графика по обновлению УИ	Средний	
6	6	Присвоение чужого пользователя	0,90625	Высокая	Незначительная	150000	159375	Создание сложных паролей, обновление паролей	Низкий	
7	7	Выход из строя и Потома А.	Использование простого пароля	0,90625	Высокая	680000	616250	Создание сложных паролей и их хранение в зашифрованном виде	Средний	
8	8	Пора или потеря данных	Отсутствие системы проверки	0,90625	Высокая	Критическая	1200000	1907500	Внедрение программной системы	Высокий
9	9	НСД к персональным данным	Отсутствие оповещения и т.д.	0,90625	Высокая	Критическая	1200000	1907500	Установка ПО от НСД	Высокий
10	10	Раскрытие информации	Неадекватное сортирование информации	0,90625	Высокая	Критическая	1200000	1907500	Маширование и преобразование данных криптографически	Высокий
11	11	Финансовый доступ нарушителя	Наличие в организации конто	0,90625	Высокая	Незначительная	150000	159375	Повысить организационный уровень сотрудничества	Низкий
12	12	Разглашение конфиденциальной информации	Отсутствие соглашения о конфиденциальности	0,90625	Высокая	Значительная	680000	616250	Разработка внутренней документации в форме работ	Средний
13	13	Неадекватное управление	Неадекватное управление	0,90625	Высокая	Критическая	1200000	1907500	Проведение инструктаж и периодический контроль	Высокий
14	14	Смешивание информации с телемоном	Неправильное распределение	0,90625	Высокая	Критическая	1200000	1907500	Установка только лицензионного программного обеспечения	Высокий
15	15	Пожар	Уязвимость в системе п.т.	0,90625	Высокая	Значительная	680000	616250	Улучшение системы противопожарной организации	Средний
16	16	Пора или потеря информации	Использование простого пароля	0,90625	Высокая	Незначительная	150000	159375	Техническая поддержка, график профилактических работ	Низкий
17	17	Онак программного обеспечения	Хорошо известные недостатки	0,90625	Высокая	Незначительная	150000	159375	Составление плана по восстановлению ПО	Низкий
18	18	Внутренняя информация	Отсутствие обновления ПО	0,90625	Высокая	Значительная	680000	616250	Установка системы обновления ПО и резервирование	Средний
19	19	Переизлучение трафика	Неадекватное управление сетью	0,90625	Высокая	Критическая	1200000	1907500	Инструктаж по управлению сетью	Высокий

7 сурет - Қатерлердің жүзеге асуы жоғары деңгейде тәуекелдерді эксперттік бағалау сұранысының нәтижесі

EXEC GetMalQuery 48, 6, 5

100 %

Код	Угрозы	Уязвимости	V	Вероятность реализации	Угрозы	Степень ущерба	S	R	Контроль	Уровень риска
1	1	НСД к информации, хранящейся на сервере	0,125	Низкая	Критическая	1200000	150000	Устранение информации в зашифрованном виде	Низкий	
2	2	Потеря, изменение, удаление и т.д. информации	0,125	Низкая	Значительная	680000	85000	Повышение квалификации администраторов	Низкий	
3	3	Доступ со стороны пользователя	0,125	Низкая	Незначительная	150000	18750	Иницировать подписание соглашений к трудовым договорам	Премальный	
4	4	Распространение конфиденциальной информации	0,125	Низкая	Критическая	1200000	150000	Установление устройств контроля напряженности телемоном	Низкий	
5	5	Внедрение вредоносных программ	0,125	Низкая	Значительная	680000	85000	Иницирование графика по обновлению УИ	Низкий	
6	6	Присвоение чужого пользователя	0,125	Низкая	Незначительная	150000	18750	Создание сложных паролей, обновление паролей	Премальный	
7	7	Выход из строя и Потома А.	Использование простого пароля	0,125	Низкая	Значительная	680000	85000	Создание сложных паролей и их хранение в зашифрованном виде	Низкий
8	8	Пора или потеря данных	Отсутствие системы проверки	0,125	Низкая	Критическая	1200000	150000	Внедрение программной системы	Низкий
9	9	НСД к персональным данным	Отсутствие оповещения и т.д.	0,125	Низкая	Критическая	1200000	150000	Установка ПО от НСД	Низкий
10	10	Раскрытие информации	Неадекватное сортирование информации	0,125	Низкая	Критическая	1200000	150000	Маширование и преобразование данных криптографически	Низкий
11	11	Финансовый доступ нарушителя	Наличие в организации конто	0,125	Низкая	Незначительная	150000	18750	Повысить организационный уровень сотрудничества	Премальный
12	12	Разглашение конфиденциальной информации	Отсутствие соглашения о конфиденциальности	0,125	Низкая	Значительная	680000	85000	Разработка внутренней документации в форме работ	Низкий
13	13	Неадекватное управление	Неадекватное управление	0,125	Низкая	Критическая	1200000	150000	Проведение инструктаж и периодический контроль	Премальный
14	14	Смешивание информации с телемоном	Неправильное распределение	0,125	Низкая	Критическая	1200000	150000	Установка только лицензионного программного обеспечения	Низкий
15	15	Пожар	Уязвимость в системе п.т.	0,125	Низкая	Значительная	680000	85000	Улучшение системы противопожарной организации	Низкий
16	16	Пора или потеря информации	Использование простого пароля	0,125	Низкая	Незначительная	150000	18750	Техническая поддержка, график профилактических работ	Премальный
17	17	Онак программного обеспечения	Хорошо известные недостатки	0,125	Низкая	Незначительная	150000	18750	Составление плана по восстановлению ПО	Низкий
18	18	Внутренняя информация	Отсутствие обновления ПО	0,125	Низкая	Значительная	680000	85000	Установка системы обновления ПО и резервирование	Низкий
19	19	Переизлучение трафика	Неадекватное управление сетью	0,125	Низкая	Критическая	1200000	150000	Инструктаж по управлению сетью	Низкий

8 сурет - Қатерлердің жүзеге асуы төмен деңгейде тәуекелдерді эксперттік бағалау сұранысының нәтижесі

Қауіпсіздікті бақылау топтары. Ақпараттың құпиялылығын қамтамасыз ету үшін оны электронды түрде беру кезінде шифрлаудың әртүрлі түрлері пайдаланылады. Шифрлау жіберілген ақпараттың шынайылығын растауға, оны ашық медиада сақтау кезінде қорғауға, компанияның бағдарламалық жасақтамасын және басқа ақпараттық ресурстарын рұқсатсыз көшіруден және пайдаланудан қорғауға мүмкіндік береді. Соның ішінде ақпаратты сақтаудың тиімді әдістердің бірін ұсынғым келеді, яғни ақпараттарды (деректерді) шифрлауда - Триплет түрде шифрлау әдісін ұсынамын. Триплет дегеніміз [11] - ақпаратты сақтаудың ең минималды өлшемі болып табылады. Триплет түсінігі «субъект - предикат - объект» түріндегі қарапайым логикалық пікір ретінде түсіндіріледі. Түсінікті болу үшін келесі мысалды келтіріп көрейік: «компьютер Windows7 ОЖ-сі бар». Мұнда субъект - бұл «компьютер», предикат – бұл «ОЖ-сі бар», объект – бұл «Windows 7». Яғни, «субъект – предикат – объект» түріндегі қарапайым ресурс жөніндегі пікір триплет деп аталады. Қарапайым сөйлем түрінде берілген пікірді жүзеге асырамыз.

Триплеттер W3C (World Wide Web Consortium) консорциум ұсынған Resource Description Framework (RDF) [12] деректерді көрсету модели құрылым негізінде, машиналық өңдеуге жарайтын әрқелкі ресурстар туралы пікір жазуды көрсету үшін арналған ақпарат сақтаудың ең минималды өлшемі. RDF бұл деректерді көрсету үшін арналған Бүкіләлемдік жүйе консорциумы негізінде құрылған модель болып табылады. RDF ресурсы болып кез-келген болмыс бола алады – ақпараттық та (мысалы, веб-парақша не бейне) және ақпараттық емес те (мысалы, адам не қала). RDF – деректерді өңдеу үшін түрлі программалық сұраныс тілдер қолданылады. Соның ішінде, W3C ұсынған тиімді сұраныс тілі *SPARQL Protocol and RDF Query Language (SPARQL)* [13] болып табылды. Көптеген RDF – пікірлер бағытталған граф құрады, ондығы төбесі - субъект және объект, ал бүйірі предикаттармен айқындалған.

Мысалы: URIs: <http://example.com/resource> or prefix:name
Triple: prefix:subject other_prefix:predicate «object».

Шаблонды триплеттер түрінде жазамыз, мысалы Aizat есімді адамды іздеу туралы сұраныс жасайық:

```
-----  
select? x  
where {? x: типі: адам.  
? x: аты «Aizat»  
}  
-----
```

Мұнда, «select» блогы сұраныс нәтижесін өнгізетін айнымалылар тізімінен тұрады.

«?x» — табылған объект үшін іздестіру кезінде URI сілтемесін иеленетін айнымалы. «where» блогы сұраныс шаблонын құрайтын триплеттер жинағынан тұрады. Іздеу нәтижесінде шаблонды қанағаттандыратындай, 9 – суретте сызба жасалады.



9-сурет– Триплет сызбасы

? x: типі: адам

Триплеттермен жұмысқа бағытталған сақтау жүйесі «триплеттер қоймасы» (triplestores) деп аталды. Триплеттер қоймасы қазіргі таңда деректер қоймасы аумағында жаңа әрі қарқынды дамып келе жатқан бағыт болып табылады. Триплеттер қоймалардың функционалды мүмкіндіктеріне салыстырма анализ жүргізіп, бағалау жұмыстарын жасадық. Бағалау бойынша, Virtuoso өндірімділігі сұраныс орындау барысында RDF– деректерді таңдау көлемі басқаларына қарағанда 100М триплетке жоғары болып шықты, яғни 1,5–2,5 есе көп (7352 сұраныс/сағ). Сол себепті, өзінің өндірімділігі бойынша Virtuoso жүйесі жеткілікті түрде оңтайлы болып табылады. Virtuoso жүйесі OpenLink компаниясы өнімдерінің ақысыз нұсқасы екенің ескере отырып, перспективалық SIEM– жүйелері үшін деректерді сақтауда ең тиімді таңдау болып шешілді [14]. Осылайша, ақпаратты қорғау жүйесі мен деректерді сақтау қоймасын құруда жаңа әдіс қолдану, соңымен қоса ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ететін ескерту мен шешім шығаратын жедел басқаруды жүзеге асыру мен деректердің сараптама сапасы мен өңдеу жылдамдығына әсер ететін, жалпы жұмыстың тиімділігін айтарлықтай жоғарлататын деректерді көрсету мен сақтау үшін ең мықты, бәсекеге сай SIEM – жүйелерін қолдануды ұсынамыз. Қолданушылар үшін триплет түрінде көрсетілген деректерді сақтау жолдары мен өңдеудің жаңа әдістерімен таңыстырып, деректерді басқару мен программалық әлсіздікті шығару және компьютерлік шабуылдардан қорғайтын жүйені қамтамасыз етуді жүзеге асыру қажет.

Қорытынды. Жұмысты орындау нәтижесі бойынша кәсіпорынның компьютерлік жүйедегі ақпараттық ресурстарға шабуылдаған қатерлердің жүзеге асу мүмкіндігі орын алғанда пайда болған тәуе-

кел деңгейін эксперттік әдіс бойынша бағалау және шығының есептеу базасы SQL Server 2012 жүйесінде құрылып, SIEM-жүйесінің жүйелік қосымшаларына сай келетіндей пограммалық орталарда есептеу нәтижелері көрсетілді. Сондай-ақ, тәуекелдердің жүзеге асу деңгейін, шығындарды алдын-алу мақсатында, ақпараттық ресурстарды сақтаудың ең минималды, тиімді әдісі ретінде –триплеттерге бағытталған деректер сызбасы ұсынылды, триплеттер қоймасына арналған саралау жұмыстары жүргізілді, олардың мүмкіндіктері мен архитектурасы қарастырылды, соңымен қоса перспективалық SIEM – жүйесі үшін ең қолайлы деректерді сақтау қоймасы таңдалынды.

SIEM-жүйесінің жүйелік қосымшаларының қызметі негізінде жүргізілген есептеулердегі ақпараттық ресурстардың қатерлері мен осалдықтары анықталып, өңделді. Ақпараттық ресурстардың қатерлері мен осалдықтарын саралау, бір түрге жинақтауды визуалды түрде бейнелеп көрсеттік. Жиналып, өңделген және саралау жұмыстары жүргізілген қатерлер SQL Server 2012 жүйесінде сақталып, жоғарыда аталған есептердің толық кешенді алгоритмі орындалып, нәтижесі алынды. Тәуекелдеді бағалау негізінен статистикалық деректерге негізделеді: кәсіпорынның ақпараттық жүйесінде немесе SIEM - жүйесінің деректер қоймасындағы ақпараттық ресурстарға қатысты бұзушылықтардың шабуылы мен пайдаланушылардың қателіктерінен туындаған шығынды бағалау үшін жазылады, жинақталады, талданып, сақталады және шығынды төмендету шаралары таңдалынады. Атап айтқанда, қолайсыз оқиғалардың туындау мүмкіндігінде объективті ықтималдылықты бағалау, кәсіпорын ақпараттық жүйелеріндегі ақпараттық ресурстардың қауіпсіздігінің бұзылуынан келтірілген зиянның объективті құнын бағалау және зиянды болжау туралы бағалауды алуға мүмкіндік беретін әдіснамалар ұсынылды.

Әдебиеттер

1 *Котенко И.В., Степашкин М.В.* Метрики безопасности для оценки уровня защищенности компьютерных сетей на основе построения графов атак // Защита информации. Инсайд, - 2009.- № 3. - С.36–45. [Kotenko I.V., Stepashkin M.V. Metriki bezopasnosti dlya otsenki urovnya zashhishhennosti komp'yuternykh setey na osnove postroeniya grafov atak // Zashhita informatsii. Insajd, - 2009.- № 3. - S.36–45.]

2 *A. Fedotov. A. Muhanova.* Vulnerability Classification of Information Security in Corporate Systems. // International Journal of INFORMATION (Indexed by Scopus, JDream, Mathematical Reviews, Zentralblatt MATH, ProQuest, Swets, EBSCO). – 2014. - Vol.17, No.1.- P.219-228.

3 Дойникова Е.В., Котенко И.В. Расширение методики оценки информационных рисков за счет использования графов зависимостей сервисов // Спб: Издательство Политехнического университета, 2011. - С.71-72 [Dojnikova E.V., Kotenko I.V. Rasshirenie metodiki otsenki informatsionnykh riskov za schet ispol'zovaniya grafov zavisimostej servisov // Sankt-Peterburg. Izdatel'stvo Politehnicheskogo universiteta. - 2011. - P.71-72]

4 Федотов. А.М., Ревнивых А.В.А.А. Муханова. Классификация угроз и уязвимостей информационной безопасности в корпоративных системах. // Вестник. Серия информационных технологий.– Новосибирск: НГУ, \ 2013. - Т.11. В. 2. – С.55-72. [Fedotov. A.M., Revniykh A.V.A.A. Mukhanova. Klassifikatsiya ugroz i uyazvimostej informatsionnoj bezopasnosti v korporativnykh sistemakh.Vestnik. Seriya informatsionnykh tekhnologij.– Novosibirsk: NGU, - 2013. - V.11, v. 2. – S.55-72]

5 Киреенко А. Е. Современные проблемы в области информационной безопасности: классические угрозы, методы и средства их предотвращения // Молодой ученый. – 2012. - №3. – С. 215-237. [Kireenko A. E. Sovremennye problemy v oblasti informatsionnoj bezopasnosti: klassicheskie ugrozy, metody i sredstva ikh predotvrashheniya // Molodoy uchenyj. – 2012. - №3. – S. 215-237]

6 Котенко И.В., Воронцов В.В., Проактивные механизмы защиты от сетевых червей: подход, реализация и результаты экспериментов. - 2009. - № 1. - С.37–42. [Kotenko I.V., Vorontsov V.V., Proaktivnyye mekhanizmy zashhity ot setevykh chervej: podkhod, realizatsiya i rezul'taty ehksperimentov. - 2009. - № 1. - P.37–42.]

7 Муханова А.А., Амирбай А.А. Расчет рисков на основе объективных оценок для уязвимости информации в компьютерной системе предприятия // XVII Международная научно-практическая конференция «Российская наука в современном мире». -М.: МГУ, 2018. – С.140-142 [Mukhanova A.A., Amirbaj A.A. Raschet riskov na osnove ob'ektivnykh otsenok dlya uyazvimosti informatsii v komp'yuternoj sisteme predpriyatiya // XVII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Rossijskaya nauka v sovremennom mire».- Moskva: MGU, 2018. – S.140-142]

8 Miller D.R., Harris Sh., Harper A.A., VanDyke S., Black Ch. Security Information and Event Management (SIEM) Implementation. / McGraw–Hill Companies, – 2011. - 430 p.

9 Деревянко А.В. Построение эмпирических моделей для управления сложными технологическими процессами. 2009. – Вып.12, № 863. – С. 101-110. [Derevyanko A.V. Postroenie ehmpiricheskikh modelej dlya upravleniya slozhnymi tekhnologicheskimi protsessami. 2009. – Vyp.12, № 863. – S. 101-110.]

10 Чечулин А.А., Котенко И.В. Анализ происходящих в реальной сети событий на основе использования системы моделирования сетевых атак // VII Санкт-Петербургская межрегиональная конференция «Информационная безопасность регионов России (ИБРР–2011), 26–28 октября) 2011. - С.97–98. [Chechulin A.A., Kotenko I.V. Analiz proiskhodyashhikh v real'noj seti sobytij naosnove ispol'zovaniya sistemy modelirovaniya setevykh atak //

VII Sankt-Peterburgskaya mezhtseional'naya konferentsiya «Informatsionnaya bezopasnost' regionov Rossii (IBRR–2011). 26–28 oktyabrya 2011 g. - S.97–98.]

11 *Абденов А.Ж., Абденова Г.А., Амирбай А.А., Кулбаев Д.Р.* Маркетинговые информационные услуги в SIEM-системах // Вестник ЕНУ. Серия естественно-технических наук. - Астана: ЕНУ, 2017. - №4(119). – С.24-35. [Abdenov A.ZH., Abdenova G.A., Amirbaj A.A., Kulbaev D.R. Marketingovye informatsionnye uslugi v SIEM-sistemakh // Vestnik ENU. Seriya estestvenno-tehnicheskikh nauk. - Astana: ENU, 2017. - №4(119). – S.24-35.]

12 *Дойникова Е.В., Чечулин А.А., Котенко И.В., Котенко Д.И.* Расширение методики оценки информационных рисков для учета атак нулевого дня. – 2011. - С.52-60. [Dojnikova E.V., Chechulin A.A., Kotenko I.V., Kotenko D.I. Rasshirenije metodiki otsenki informatsionnykh riskov dlya ucheta atak nulevogo dnya . 2011. - S.52-60.]

13 *Котенко И.В., Коновалов А.М., Шоров А.В.* Агентно-ориентированное моделирование бот-сетей и механизмов защиты от них // Вопросы защиты информации, - 2011. - № 3. - С.24–29. [Kotenko I.V., Konovalov A.M., SHorov A.V. Agentno-orientirovannoe modelirovanie bot-setej i mekhanizmov zashhity ot nikh // Voprosy zashhity informatsii, - 2011. - № 3. - S.24–29]

14 *Цирлов В.Л.* Основы информационной безопасности автоматизированных систем: краткий курс. - М.: Феникс, 2008. – 304 с. [TSirlov V.L. Osnovy informatsionnoj bezopasnosti avtomatizirovannykh sistem: kratkij kurs. - M.: Feniks, 2008. – 304 s]

Муханова А.А. - и.о. доцента, e-mail: ayagoz198302@mail.ru.

Амирбай А.А. - магистрант, e-mail: a_i_z_a_t_@mail.ru

А.Х. Касымова¹, Ә.М. Сайлау¹

¹Жеңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті,
Орал қ., Қазақстан

ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ АҚЫЛДЫ ҮЙ ЖҮЙЕСІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Түйіндеме. «Ақылды үйге» арналған электрониканың кез келген жиынтығы – пәтер, үй коммуникациясы жүйелерінің қызметін автоматтандырылған және көбіне орталықтандырылған, бақылауға икемді, дәл басқаруға арналған жоғары технологиялық жабдық. «Ақылды үй» ғимаратта болып жатқан нақты жағдайларды түсінеді және алдын ала әзірленген алгоритмдер бойынша тиісті түрде оларға жауап береді. Бұл ретте адам бір командамен қалаған жағдайды көрсетеді, ал автоматика сыртқы және ішкі шарттарға сәйкес, барлық инженерлік жүйелер мен электр құралдарының жұмыс режимін анықтайды және қадағалайды.

Түйінді сөздер: жоғары технологиялық жабдықтар, үйді автоматтандыру, автоматика, электр жабдықтары.

• • •

Аннотация. Любой комплект электроники для "умного дома" - это высокотехнологичное оборудование, предназначенное для автоматизированного и широкого централизованного контроля, гибкого, точного управления деятельностью систем квартир, домашних коммуникаций. "Умный дом" понимает конкретные ситуации, происходящие в здании, и надлежащим образом отвечает за них по заранее разработанным алгоритмам. При этом человек с одной командой указывает желаемую обстановку, а автоматика определяет и контролирует режим работы всех инженерных систем и электрооборудования в соответствии с внешними и внутренними условиями.

Ключевые слова: высокотехнологичное оборудование, автоматизирование дома, автоматика, электрооборудование.

• • •

Abstract. The Any set of smart home electronics is a high-tech equipment designed for automated and wide centralized control, flexible, precise management of apartment systems and home communications. Smart home understands specific situations that occur in a building and gives an adequate response to them using pre-developed algorithms. At the same time, a user programs and specifies the desired environment, and the system determines and controls the operation mode of all engineering systems and electrical equipment in accordance with external and internal conditions.

Keywords: high-tech equipment, home automation, automation, electrical equipment.

Кіріспе. Қазіргі таңда үйді автоматтандыру өте ыңғайлы және икемді болып жасалған. Пайдаланушы қажеттіліктеріне сәйкес баптауларды өз бетінше түзей алады. Әрине бұны жүзеге асыру үшін үй иесі құрылғылардың қайда орналасқанын, қандай міндеттер атқаратынын және оларды қалай орындауға болатынын білуі тиіс. Қазіргі таңда автоматика тез дамып келеді. Сол себептен айта кетсек, үйді автоматтандыру (smart home немесе home automation) – әрекеттерді орындауға және адамның араласуынсыз белгілі бір міндеттерді шеше алатын үй құрылғыларының жүйесі. Мұндай әрекеттердің ең көп таралған мысалдары: шамдардың автоматты жанып-өшуі, автоматты жылыту және ауаны тазарту, өрт және басқа төтенше жағдайларда автоматты түрде үй иесіне хабарлама жіберу.

2012 жылдың күзінде Panasonic «ақылды үйлерге» арналған толық ауқымды “SMARTHEMS” атты энергетикалық басқару жүйелерінің өндірісін жариялады. Panasonic бұл “HEMS” жүйесін өзінің кондиционерлеріне, «ақылды» ас техникасына, “EcoCute” ыстық су жүйесіне және де басқа тұрмыстық техникаларына енгізуге уәде берді. Жаңа “AiSEG” жүйесі күн панельдерінің жұмысы туралы ақпаратты, электр энергиясын, газ бен суды тұтыну туралы ақпараттарды ұйымдастырылған бір дисплей ішінде көрсете отырып, үй желісіндегі барлық жабдықтар мен құрылғыларды байланыстыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, “ECHONET Lite” протоколы автоматты түрде тұрмыстық техниканың жұмысын басқарады: «сақтандыру жарнасының мерзімі келді, су, газ, жарық үшін төлеу керек. Қабырғаның бір жерінде реле сыртылдап басылды, электр көзімен алдында жадынама таспалары сырғыды» т.б. Ақылды үй жүйесі құрылғылары үш түрден тұрады: Контроллер (HUB) – барлық элементтері жүйесін бір-бірімен қосатын және оларды сыртқы әлеммен байланыстыратын бақылау құрылғысы. Сенсорлар (датчиктер) – қоршаған орта жағдайлары туралы ақпарат алатын құрылғылар. Актуаторлар – тікелей нұсқауларды орындайтын құрылғылар: сиреналар, климат контроллерлер және ақылды (автоматты) ажыратқыштар, ақылды (автоматты) розеткалар, құбырларға арналған ақылды (автоматты) клапандар [1].

Зерттеу әдістері. Көп жағдайда заманауи ақылды үй контроллері басқа құрылғылармен радио жүйесі арқылы байланысады. Олардың ең көп таралған стандарттары: “Z-Wave”, “ZigBee” және “Wi-Fi”. Бұл бүгінде шындыққа айналған «ақылды үйдің» сипаттамасы.

«Ақылды үйге» арналған электрониканың кез келген жиынтығы – пәтер, үй коммуникациясы жүйелерінің қызметін автоматтандырыл-

ған және көбіне орталықтандырылған бақылауға икемді, дәл басқаруға арналған жоғары технологиялық жабдық. «Ақылды үй» пәтерде немесе үйде әртүрлі инженерлік жүйелерді және басқа да жабдықтарды автоматты түрде басқаруға арналған бағдарламалық – техникалық кешеннен тұрады (1- сурет).



1 сурет - «Ақылды» үй жүйесі

Мұнда смартфонмен басқарылатын робот-шаңсорғыштан бастап аспаптарға дейінгі тұрмыстық техникада, пәтерде немесе үйде не болып жатқанын бақылайтын жүйелер де бар. «Ақылды үй» ғимаратта болып жатқан нақты жағдайларды түсінеді және алдын ала әзірленген алгоритмдер бойынша тиісті түрде оларға жауап береді. Бұл ретте адамның бір командасымен қалаған жағдайды көрсетеді, ал автоматика сыртқы және ішкі шарттарға сәйкес, барлық инженерлік жүйелер мен электр құралдарының жұмыс режимін анықтайды және қадағалайды. Ақылды үй адамның тілегіне, тәулік уақытына, оның үйдегі жағдайына, күн райына байланысты үйдің ішінде жайлы жағдайды қамтамасыз етуге арналған сыртқы жарыққа сәйкес, барлық жүйенің жұмысын өзі теңшейді [2]. «Ақылды үй» жүйелерге қамтылған бірнеше жүздеген аспапты бір уақытта басқара алады:

- ішкі және сырты жарық беру;
- аккумулятор және генератор сияқты апатты қуат көзі;
- энергияны тұтынуды бақылау;
- ауаны жылыту, салқындату;
- ғимараттың жеке элементтерін жылыту (нөсеркөріз жолы, баспалдақтар);

- сумен жабдықтау;
- кәріз жолы;
- сүзгілеу;
- апатты жағдайларды анықтау (газдың, судың жылыстауы, электр желісінің қиындығы);
- мониторинг.

Сондай-ақ, сигнализацияны, бақылау камераларын және пәтерде, үйде орналасқан перде, терезе, теледидар, аудио-бейнетехникаға жататын басқа да көптеген жабдықтарды басқара алады. Процестің өзі қажетті және онша қажет болмайтын, бір реттік болады. Мысалы, біріншісіне температураны, жарықты басқару, т.б. жатады. Екінші санатқа жылы немесе салқын ауаның жеке ағындарын теңшеу жатады. Мысалы, қысқы маусымда телехабарлар көретін пайдаланушылардың аяқтарын жылыту.

Қазіргі заманғы ақылды үй жүйесінің ерекшелігі – олардың көмегімен пәтердің, үйдің барлық бөлмелеріндегі бір-бірінен өзгеше режимдерді орнатуға мүмкіндік береді. Мысалы, оған орнатылған жылытқышты қосу/өшіруді басқаратын процессорды жатқызуға болады. Электр желісіне орнатылған шамдардың жарығын реттейтін, сонымен қатар электр энергиясының шығынын төмендететін диммер де интеллектуалды жабдыққа жатады. «Ақылды үйді» құру ақылды құрылғылардың болуын көздейді. Бірінші нұсқа – өз құрылымын өзгерту арқылы: бұл құрылымдағы жүйенің тәртіптемесі ақылға қонымды болуы мүмкін. Екінші нұсқа – «интеллектуалдау» (жүйені ақпаратты жинау жабдықтау, оны өңдеу және шешімдер қабылдау құрылғыларымен жабдықтау) есебінен. Мұндай тәсіл тиісті құрылымды құру есебінен әлдеқайда қарапайым тәсілдермен айтарлықтай күрделі және «ақылға қонымды» тәртіптемені қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Соңында, үшінші нұсқасы – жүйенің тәртібі басқа жүйелермен өзара әрекеттесу есебінен «ақылға қонымды» болады. «Интернет заттар» технологиясы ақылды үйдің (заттардың) әрбір элементіне және бүкіл ақылды үйдің Интернет кеңістігіне шығуына және басқа да заттармен, жүйелермен ақпарат алмасуға мүмкіндік береді. Үшінші нұсқа тартымды болып келеді. Біріншіден, ақылды үйді ұйымдастыру үшін әлдеқайда көп мүмкіндіктер береді (бүкіл Интернет-кеңістіктегі деректерді пайдалануға болады), екіншіден, ол үнемді (Интернетті қосу күрделі интеллектуалды құрылғыларды жасаудан әлдеқайда арзан) [3]. «Ақылды үй» жүйесінің қалай жұмыс істейтіні және оның қандай болатыны 2-суретте көрсетілген.

дай-ақ желіге түсетін қауіпті сыни жүктеме болмайды. Орындаушылар – датчиктердегі деректер негізінде берілген жүйе командаларын орындайтын құрылғылар тобы. Мысалы, датчик судың жылыстауын анықтаса, шарлы кран суды бірден жабады. Реле өшіріледі де, жарықты қосады, ал диммерлер жарықты өзгертеді. Басқару құрылғылары – ақылды үй жүйесін жайлы пайдалануға арналған аспаптар. Бұл қашықтан басқару пульттері немесе мысалы, батарея негізіндегі жарық ажыратқыштар, оны өзіңе ыңғайлы жерге орналастыруға болады. Басқа интеграцияланатын жабдық және веб-сервистер – ашық API (мультимедиа-жабдықтар, әртүрлі заманауи техника, проекторлар, т.б.) немесе қашықтықтан басқару пульттерімен басқарылатын бейнекамералар, жабдықтар мен сервистер бар. Өндірушілер пайдаланушылардың түрлі санаттарының қажеттілігін ескереді, соның нәтижесінде нарықта интеллектуалдық жабдықтың ерекше түрлері мол [4-6]. Оның мынадай түрлері бар:

- сымды;
- сымсыз.

Бірінші жағдайда командалық блок, орындаушы датчиктер, сервомоторлар, бақылаушылар және құрылымның басқа да элементтері өзара сымдармен жалғанады. Мұндай тәсілдің артықшылығы – командалардың аса дәлдікпен орындалуы. Бұл сигналдардың көп саны бар таратқыш шинаның шамадан тыс жүктелу ықтималдылығының жоқтығын білдіреді. Сонымен қатар, оптикалық-талшықты сымдар жоғары кері байланыс жылдамдығын қамтамасыз етеді. Ең басты кемшілігі – монтаждың күрделілігі, өйткені көптеген сымдарды жүргізуге және оны жасыруға тура келеді. Бұл қажетті құрылыс материалдарын сатып алуға жұмсалатын қосымша шығындарға әкеледі, сондықтан өткізгіш жүйелерді орнатудың оңтайлы сәті – үй-жайларға жөндеу жүргізу. Сондай-ақ, сымдарды жүргізу көп еңбекті қажет ететін болғандықтан, мұндай шараға көп уақыт кетеді. Жабдықтың сымсыз түрлерінің ерекшелігі – құрылым элементтерінің арасындағы байланыс радиосигналдардың көмегімен іске асырылады, ол үшін тиісті коммуникациялар пайдаланылады. Сымсыз жүйелердің ең басты кемшілігі – құрауыштар арасындағы байланыс тәсілі. Радиосигналдар олардың функционалдығын айтарлықтай шектейтіндіктен, батареяларды жиі ауыстыру қажет болады. Бұл ыңғайсыз және үнемі шығынды қажет етеді. Басқару түрі бойынша ақылды үй жүйелерінің тағы бір жіктелімі орталықтандырылған немесе орталықсыздандырылған нұсқа болуы мүмкін. Басқаруды орталықтандыру – осындай жабдықтың кез келген жиын-

тығының басты артықшылықтарының бірі және көп жағдайда ол осы түрге жатады. Бірақ, орталықсыздандырылған жүйелер де қолданылады. Себебі, бұл әдіс ақылды үйдің кез келген жеке құрауышының істен шығу салдарын жоюға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, әртүрлі басқару блоктары бар іш жүйелерді пайдалану негізгі функциялардың сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді [7,8]. Мысалы, үй-жайдың иесі оны рұқсатсыз кіруден сенімді қорғағысы келсе, онда бір орталықтандырылғаннан гөрі екі орталықсыздандырылған жүйені пайдалану анағұрлым қолайлы болмақ. Сондай-ақ, бұл ерекшелік жабдық жиынтығының қымбаттауына әкеледі. Тек бір ғана өндіруші жасаған және пайдаланатын тілде басқарылатын жүйелер жабық болып саналады. Бұл жинақтың құрамына тек өздері ғана әзірлеген және дайындаған құрауыштарды қосуға мүмкіндік береді. Бұл оның функционалдығын, әмбебаптығын төмендетеді. Бірақ, құрылғылардың, аспаптардың жоғары деңгейдегі үйлесімділігін қамтамасыз етеді.

«Ақылды үй» жүйесінің маңызды құрауыштарының бірі – ақпаратты жинауға және оны басқару блогына беруге мүмкіндік беретін түрлі датчиктер. Тұрғын үй-жайлардағы датчиктер бірнеше түрге бөлінеді. Олардың әрқайсысы белгілі бір функцияны орындайды және оларды кешенді пайдалану энергия ресурстарын үнемдеуге, қауіпсіздік пен мүлікті қорғаудың жоғары деңгейін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Оларды шартты түрде екі топқа бөлуге болады: қозғалысты бақылайтын датчиктер және орта параметрлеріне жауап беретін датчиктер. Қозғалысты бақылайтын датчиктер қорғау жүйелерінде және интеллектуалды жарықта қолданылады. Бұл құралдардың жұмыс істеуі инфрақызыл, сондай-ақ ультрадыбыстық өрістің өзгеруіне негізделген. Сонымен қатар, датчиктер жарықты басқару үшін қолданылады, жарыққа әсер ететін қосымша сенсормен жабдықталған. Осы тектес құралдардың артықшылықтары – жұмыс істеу үшін қолайлы температураның кең ауқымы (мысалы, -20° -дан $+50^{\circ}$ С-қа дейін), сондай-ақ адамды салмағы 27 килограмнан төмен ұсақ үй жануарларынан ажырату мүмкіндігі. Бұл мүмкіндік үй қанатында, мысалы, кезбе мысықтың пайда болуы кезінде басқару жүйесіне хабардар етпеуге мүмкіндік береді. Орта параметрлеріне жауап беретін датчиктерге [9] келетін болсақ, сенсорлар инженерлік жүйелермен жұмыс істеуге арналған. Оның ішіндегі ең танымалылары:

- температура:
- сыртқы температура датчигі жүйені көшедегі ауа температурасының деректерімен қамтамасыз етеді. Оның көрсеткіштері үй ме-

теостансысының болжамымен бірге жылыту және желдету жүйесінің қолайлы жұмыс режимін анықтауға көмектеседі;

- бөлме температурасының датчиктері мен жылу тасымалдағыштан берілетін және кері желісіндегі аспаптар жеке бөлмелерде жайлы температураны ұстап тұруға мүмкіндік береді.

- ылғалдылық;

- ылғалдылық датчигі үйінде бір нәрсенің ойдағыдай болмай тұрғанын хабарлайды: судың жылыстауы, терезенің жабылмауы, жылытудың қиындығының болуы мүмкін;

- жаңбыр датчигінің көрсеткіштері элементі ылғал датчигі болып табылатын үй метеостансысымен бірге жер учаскесінің авто, су құю жүйесін белгілейді.

- жарық;

- үйдің жай-күйі:

- газдың шығуы датчигі пультке сигнал жіберіп, шығуы туралы сигнал арқылы хабар береді. Егер газдың үйге кірген жерінде электромагниттік қақпағы бар бекіту краны орнатылса, жылу тоқтатылады;

- өртке қарсы датчиктер ауадағы түтіннің болуына немесе температураның қауіпті шамадан тыс жоғарылауына ден қояды. Өте маңызды және қажетті құралдар;

- су тиген жағдайда ағу датчигі су құбырына ойылып орнатылған қақпақты жабады;

- су қысымының датчигі басқарушыға су құбырындағы қысымның өзгеруі туралы сигнал береді. Өзгерістер сипатына байланысты «ақылды үй» суды жабу-жаппау керектігін шешеді [10].

«Ақылды үй» бағдарламалық қамтамасыз етілуі басқа, барлық құрауыштарды дұрыс орналастыру және теңшеуден кем емес маңызды рөл атқарады. Мысалы, қозғалыс датчигі бөлмедегі адам ұзақ уақыт қозғалмаған жағдайда әрекет етпеуі мүмкін, ал бағдарламалық талдау үйде дәл қай жерінде және қанша адам бар екенін есте сақтауға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Қорыта келгенде, орталықсыздандырылған жүйелерді тек кейбір жағдайларда ғана, яғни оларды пайдалану артықшылығы жағымсыз кемшілігінен басым болған жағдайларда ғана пайдалануға кеңес береміз. Сонымен қатар, ақылды үйді басқару жүйесін хаттама түрлері бойынша бөлуге болады: ашық және жабық. Бірінші санатқа түрлі өндірушілер қолданатын тіл көмегімен басқару жүйелері жатады. Жабдықтың мұндай түрінің артықшылығы – функционалдылығы, қол жетімділігі, әмбебаптылығы. Бұл құрамға қосуға

болатын құрауыштардың әсерлі іріктелімін қамтамасыз етеді. Бірақ, кейде оларды бірлесіп пайдалану үшін бейімдеуге тура келеді. Алайда, іркілістердің болуы жоққа шығарылмайды, «ақылды үй» жүйесін іске асырады.

Әдебиеттер

1 *Алексеев Г.П.* Электромонтаж и наладка системы. Умный дом.. Руководство по выполнению базовых экспериментов. ЭМНСУД.001 РБЭ (997)- Челябинск: ИПЦ .Учебная техника, 2012. – 223 с.

2 *Гершкович В.Ф.* Энергосберегающие системы жилых зданий: пособие по проектированию // С.О.К. 2008. - № 8.

3 *Нимич Г.В.* Общие положения автоматического управления системами кондиционирования и вентиляции // С.О.К. – 2005. – № 7.

4 *Спицын В.С., Спицын В.В.* Серия. Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. выпуск 17 // Алгоритмы управления температурой в помещениях // Вестник ЮУрГУ. – 2012. - № 35. С. 79-84.

5 Современный учебник JavaScript <https://learn.javascript.ru/>.

6 *Harper R.* Inside the Smart Home, ISBN-13: 978-1852336882, 2003. –263с.

7 AgoControl. Система домашней автоматизации. [Электронный ресурс]: <https://www.agocontrol.com/>

8 Fibaro. Умный дом. [Электронный ресурс]:<http://www.fibaro.com/>

9 FreeDomotic.com. Online EXPO 2021, [Электронный ресурс]: <http://www.freedomotic.com/>

10 Home Sapiens news. Новостной портал, [Электронный ресурс]:<http://home-sapiens.ru/>

Касымова А.Х. - педагогика ғылымдарынын кандидаты, доцент

Сайлау А.М. - магистрант

БИОЛОГИЯ

МРНТИ 34.57.23, 34.17.53

A. Mashekova¹, Y. Zhao¹, EYK Ng², V. Zarikas¹, O. Mukhmetov¹

¹Department of Mechanical and Aerospace Engineering, School of Engineering and Digital Sciences, Nazarbayev University, Nur-Sultan c., Kazakhstan

²School of Mechanical and Production Engineering, Nanyang Technological University, Nanyang c., Singapore

RECENT ADVANCES ON ARTIFICIAL INTELLIGENT TECHNIQUES FOR BREAST CANCER DIAGNOSIS

Abstract. One of the most common causes of disease-related death among young women in almost every country in the world is the breast cancer. Valid and timely diagnosis of the breast cancer is vital, as its earlier identification considerably helps any further treatment. There are several methods for breast cancer identification. This paper acknowledges that the gold standard method of breast cancer identification is mammography, which can be further assisted with the adjunctive tool of thermography. For both these techniques there are many research approaches that use computer-aided detection systems to improve the detectability of the breast cancer which are based on these basic methods. The developments are mainly based on the recent progress in the field of machine learning techniques, numerical simulation and statistical methods. They span a broad range of the artificial intelligence (AI) field. The paper elaborates on these recent and future paths of progress in the field of artificial intelligence for breast cancer diagnosis.

Keywords: breast tumor, thermal patterns, thermography, artificial intelligence, Neural Network, Bayesian Networks.

• • •

Аннотация. Одной из наиболее частых причин смерти молодых женщин от болезней почти во всех странах мира является рак груди. Правильная и своевременная диагностика рака молочной железы жизненно важна, так как его раннее выявление значительно помогает при дальнейшем лечении. Есть несколько методов выявления рака груди. В этой статье рассматриваются, такие методы диагностирования как маммография и термография. Для обоих методов существует множество исследовательских подходов, в которых используются компьютерные системы обнаружения для улучшения выявляемости рака груди. Большинство разработок основаны на последних достижениях в области методов машинного обучения, численного моделирования и статистических методов. Они охватывают широкий спектр области искусственного интеллекта (ИИ). В статье подробно рас-

сматриваются возможные пути прогресса в области искусственного интеллекта для диагностики рака груди.

Ключевые слова: рак молочной железы, термография, искусственный интеллект, сверточная нейронная сеть, байесовские сети, машинное обучение.

• • •

Түйіндеме. Сүт безі қатерлі ісігі ауруы әлемдегі барлық елдердегі жас әйелдер арасында жиі кездесетін аурулардың бірі болып табылады. Сүт безі қатерлі ісігін дұрыс және уақтылы диагностикалау өте маңызды, өйткені оны ерте анықтау одан әрі емдеуге үлкен көмек береді. Сүт безі қатерлі ісігін анықтаудың бірнеше әдісі бар. Бұл мақалада маммография және термография сияқты диагностикалық әдістер қарастырылады. Екі әдіс үшін де сүт безі қатерлі ісігін анықтауды жақсарту үшін компьютерлік анықтау жүйесін қолданатын көптеген зерттеу тәсілдері бар. Көптеген әзірлемелер машиналық оқыту әдістерінің, сандық модельдеу мен статистикалық әдістердің соңғы жетістіктеріне негізделген. Олар жасанды интеллект (ЖИ) өрісінің кең спектрін қамтиды. Мақалада сүт безі қатерлі ісігін диагностикалауға арналған жасанды интеллект саласындағы прогресстің ықтимал жолдары егжей-тегжейлі қарастырылған.

Түйінді сөздер: сүт безі қатерлі ісігі, термография, жасанды интеллект, революциялық нейронды желі, байес желілері, машиналық оқыту.

Introduction. One of the most common causes of disease-related death among young women in developing countries is breast cancer [1]. Among the several significant causes, changes in the genome in a cell caused by various factors such as hormonal dysfunctions or external causes can lead to the development of cancerous cells. Genetic predisposition such as BRCA1 and BRCA2 genetic mutations, burdened family history, lack of childbirth, abortions and age are main risk factors that may cause development of tumor. Also, lifestyle with pernicious habits, like smoking, alcohol, obesity, lack of physical activities [3, 4]. As far as the successful treatment is concerned the stage of disease plays an important role in the recovery procedure [2]. In Kazakhstan, the annual rate of mortality per 100,000 women because of breast cancer has increased by 9%, which is 0.39% increment per year [5] since 1990 as seen in Figure 1. Statistics show that the breast cancer accounts for 11.7% of all cancer cases including both genders [6]. In 1991, breast cancer cases were around 10 cases per 100,000 citizens, after 22 years the number of cases has increased 3 folds. On the other hand, number of lung cancer cases is also steadily increasing, which is the main cause of the death among men (Figure 1).

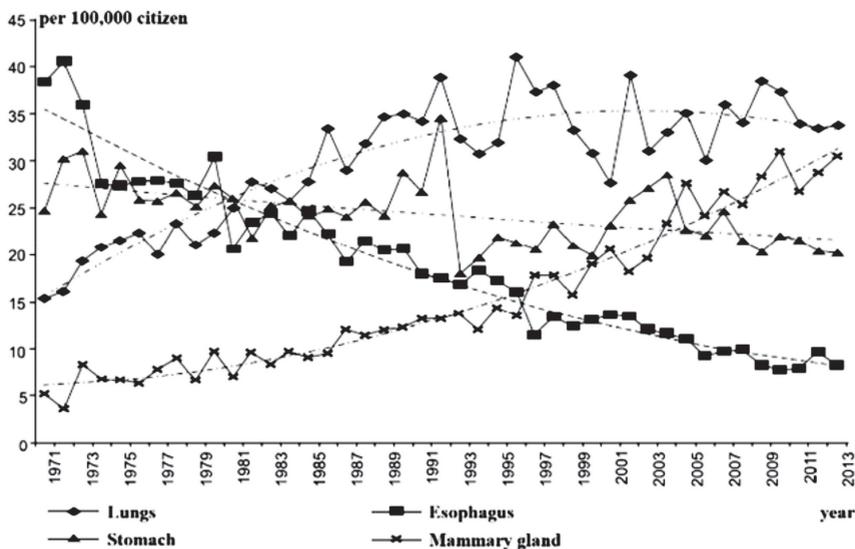


Figure 1 – The dynamics of cancer incidence of various localizations [7]

The last studies conducted by Medical University of Semey in Kazakhstan, revealed that 43.2% of cases are diagnosed at 3rd stage, 40.8% at 2nd stage, 14.2 % at 4th stage, and only 1.8% at 1st stage. According to the stages of cancer development, patients with stages 2 and 3 of the disease were more common (84% in total). This is because stage 1 breast cancer is only determined by mammography, without clinical manifestations. At the 4 stage cancer tumor is fully developed and the patients have sought medical help already. Therefore, these stages 1 and 4 are in the minority.

The diagnosis of cancer at early stages is crucial for treatment and reduction of mortality, when treatment can be started early while tumor size is small and does not have any symptoms. Therefore usage of the latest developments in technique and artificial intelligent can help in breast cancer diagnosing.

Methodology. 1. Bases. The review paper consists of the scientific papers from such databases as: ScienceDirect, Scopus, PubMed Central, Research Gate, IEEEExplore, etc. In addition, the reference list of the papers were used to find the related papers.

2. Keywords. Different keywords and their combinations were used to find the related papers. The keywords include: “Infrared thermography”,

“Deep learning”, “Artificial Intelligence”, “Numerical Simulation”.

3. *Elimination and insertion criteria.* To find the most relevant articles for the review the following criteria was considered:

Improvement in the performance of the system;

Recent developments in artificial intelligence approaches for breast cancer diagnosis;

Practical relevance of the study.

4. *Critical Review and Analysis.* The selected papers were reviewed and critically analyzed in terms of their strengths and weaknesses in the research presented and the technologies developed.

The gold standard method and artificial intelligence techniques.

Currently, mammography is considered to be the most appropriate method for breast cancer detection. It consists of three stages: detection, analysis and final assessment/management. The first stage includes the breast mammography image segmentation into different types of regions, such as foreground (breast) and background. In the second stage in order to investigate the image in more details the set of ROIs (Regions of Interest) are extracted from it. Finally, the third stage will determine whether the tumor is noncancerous or cancerous. Based on the finding, final decision on the treatment can be made [7]. This traditional screening process is mostly performed manually and qualitatively by specialists. In many cases the findings are laborious and prone to human errors as some breast masses are not considered and these may turn out to be cancerous after biopsies [8]. To overcome this problem, automated mass detection systems using deep learning techniques have been investigated to improve the clinical practice by providing a consistent quantitative analysis and assessment approach with decrease in the dependence on radiologist's experience. Many of the recent studies have focused on exploring deep learning using breast mammography by replacing or excluding some of the stages in traditional three-stage process. For example, Dynamic Neural Network (DNN) had been applied in breast mass detection and classification of ROIs into one of the determined categories [9-20]. The history of the medical decision support systems (DSSs), as well as clinical decision support systems (CDSSs) started almost 40 years ago. The first works in this field were Shortliffe, 1976, Miller & Masarie, 1989 [21,22]. In the beginning knowledge and inference of CDSSs consisted of the simple rules [21, 23-29]. Further development of the CDSSs lead to the embedding such rules and algorithm as: fuzziness Fuzzy logic, Bayes' rule, Bayesian belief network, decision trees and artificial neural networks. Furthermore, in order to present temporal and

spatial medical knowledge other CDSS comprise structural representations and special knowledge representation schemes [23-29].

Deep learning has demonstrated immense success in next-generation challenges such as object recognition in natural images, machine translation, and automatic speech recognition. This has attracted increased interests to apply deep learning techniques such as Deep Convolutional Networks (DCN) to medical imaging such as mammograms. Convolutional Neural Network (CNN) model is a deep learning technique used for the understanding of the images. The perspective of such networks has been presented by many researchers in the area of mammography. Domingues et al. [10] presented findings on binary classification between cancer and non-cancer breast mass lesions derived from the INBreast database. This was further developed by exploring deep learning methods for mass detection on mammogram images. Several classifiers were tested and special attention was given to Deep Learning methodologies and particularly the Support Vector Machines (SVM) technique. It was shown that these methods may find masses of different sizes in different locations. However, there could be a number of false positive results.

Carneiro et al. [17] presented a new way for identifying of masses from the mammograms by connecting deep learning with the random forest approach. The first stage of the system consists of the combination of the multi-scale deep belief network (m-DBN) [11,15] and Gaussian mixture model classifier for the selection of a set of regions that represent the breast masses. The second stage consists of a cascade of deep convolutional neural networks, which not only can decrease the number of false positive results, but also maintain most of the true positive results. The third stage extracts the texture and morphological features so that these can be further classified by a random forest classifier. Ertosun et al. [12] presented a deep learning-based visual search and localization of masses routine using mammography images. There are two modules. The first is the classification engine and the second is the localization engine. In the classification engine, the system classifies the mammograms to determine whether there is mass or no mass using a deep learning classifier. The next engine then localizes the mass or masses within the mammogram by exploring a regional probabilistic approach as leverage in a deep learning network. The accuracies of the first and second stages were 85%, and 85% respectively with an average of 0.9 false positives per image.

Becker et al. [18] presented the study of a breast imaging CADx system on the bases of the deep neural networks with transfer learning. The

work compared previously developed analytically extracted hand-crafted CADx features, pre-trained CNN-extracted features, and an assembly classifier developed using both forms of features. The validation results show that the classifier with both types of feature had the best performance metric. Levy et al. [14] applied end-to-end CNN in order to categories breast tumour as cancer or non-cancer. The study used a combination of transfer learning, careful pre-processing and data-augmentation. The results showed a probability of 0.934 in recall at 0.924 precision. This surpasses human performance recall results which ranges between probability of 0.745 and 0.923. Arevalo et al. [15] presented the grouping of tumour in mammography, which aims to directly learn the content of these images using supervised learning. The framework uses the modern image features such as histogram of oriented gradients (HOG) and histogram of gradient divergence (HGD) descriptors. The assembly of learned and hand-crafted features led to the superlative descriptor for tumour classification.

Mordang et al. [16] dedicated his study on the detection of macro calcification candidates by using convolutional neural network. The findings indicated that CNN had a significantly higher mean sensitivity compared to the state-of-the-art method cascade classifier: 0.6914 ± 0.0041 (mean \pm std dev) versus 0.6381 ± 0.0038 ($p < 0.001$). The work concluded that CNN outperformed the cascade classifier in terms of sensitivity for the whole specificity range. The above review shows that there are a number of ongoing works in this field. Almost all these works are based on mammograms with very little emphasis on the preliminary mass screening stage. Currently the use of thermograms has not been fully investigated. There are long-term prospects to apply the techniques to thermograms. An integrated system for the early detection of breast tumor incorporating thermograms with cancer risk markers will complement the existing work with mammograms.

Thermography and artificial intelligence methods. It is well-known, that the probabilities for effective treatments of breast cancer are reliant on the stage of malignant tumors. The likelihoods are clearly higher as soon as the tumors are detected in the initial stages of growth. To improve the chances for effective treatment, the accuracy of early detection of malignant tumor is life-threatening. The first step of the process will involve the detection of tumor development. Thermograms will be suitable for this preliminary screening stage. The technique is based on the phenomenon of higher metabolic rates of growing tumors compared with surrounding tissues. This leads to hyperthermia, i.e. elevated tempera-

ture in surrounding regions of the breast. As such, thermal imaging can be used to identify and classify the growing tumor inside the breast. It is known, that each breast has a unique thermal pattern that should not vary with time, much like a fingerprint. With the development of a growing tumor in one of the breast, the thermal patterns of this breast will deviate from the baseline pattern. As the tumor grows, the deviation should increase. By continuous monitoring and comparing the thermal patterns of the left and right breasts over a period of time, abnormalities such as tumor growth can be detected. Any significant changes between the left and right breasts could define abnormal development inside one of the breasts and warrants an investigation. In the last two years we have been developing the intelligent system to identify the tumor position and size [29-36], which is based on patient specific data and inverse thermal modeling using design optimization techniques. This approach is simple and it provides the continuous personalized monitoring quantitatively without complex and expensive medical facilities. It is relative inexpensive and noninvasive with great potential for mass screening applications.

In real life medical problems, it is common practice to apply different Artificial Intelligence (AI) tools in order to provide practical and successful solutions. Artificial Neural Network (ANN) is a widely used analytical tool, which assists the physicians in diagnosis of patients with breast tumors. Ng and Kee [37] employed both ANN and bio-statistical methods to identify malignant tumors using thermograms. There were 82 patients thermograms analyzed, which consisted of 30 asymptomatic, 48 benign and 4 malignant. The inputs of the ANN were identified by the use of a regression analysis. The authors achieved 80.95% in accuracy in tumor diagnosing, whereas the accuracy of the radial basis function of neural network was 75% in unhealthy population, and 90% in healthy population. Mital and Pidarati [37] used several methods, such as ANN, genetic algorithm (GA) and thermal simulations together in order to bond temperature of skin surface with the locations of tumors in terms of tumor depths and sizes. The ANN was trained with tumor features in order to characterize surface temperature distribution. In addition, GA was employed to find suitable features of the tumors, based on a layered semi-spherical breast. Numerical simulation was used to find correlation between surface temperature distribution and simulated temperature distribution. The errors were within 5 and 2 mm in terms of the tumor depth and size, respectively.

The study in [38] investigated the application of ANN with thermography for the early diagnosis of breast cancer. It was concluded that without

large population of data it was impossible to train reliable ANN. Therefore numerical simulation, as well as thermograms, were used for ANN training. Thus using numerical inputs can greatly improve the training, since changing tumor parameters in a numerical breast model produces new training data and the number of available cases becomes unlimited by the amount of clinical data. On the other hand to produce precise surface temperatures the numerical model applied must be well validated by clinical data. Saniei et al [39] trained a dynamic neural network to estimate the location and metabolic heat generation of the tumor in the breast based on the surface temperature distribution. Results of the research demonstrated that the estimation error of depth was higher than the estimation error of size. The deep-seated tumors had also larger errors than other cases. The findings matched actual parameters and offered the possibility of determination of necessary parameters from a group of surface temperature data.

Wahab et al [40] suggested to use multiple features retrieved from a range of numerical simulations carried out by the use of different tissue compositions of breast models which were fed into an optimized ANN system of 6-8-1 network architecture with a momentum constant value of 0.3, iteration rate of 20000, and a learning rate of 0.2. The total accuracy of 96.33% and 92.89% for testing and validation respectively was achieved. Pramanik et al [41] developed an automatic method of breast thermographic analysis. There are three main steps in the analysis: segmentation of breast regions from the original images, extraction of features, and classification and performance analysis by the use of the ANN. The first step was based on the Otsu's thresholding approach followed by a reconstruction method. The third stage based on the feed-forward ANN with gradient descent training classification of the thermograms were executed. The disadvantage of the study is the limited number of the thermograms, namely 306 thermograms of 102 breast cancer patients were employed. The accuracy, sensitivity and specificity obtained in the proposed system were 90.48%, 87.6%, and 89.73%, respectively. Raghavendra et al. [42], developed an preliminary screening computer-aided diagnostics system based on the histogram oriented gradients, which further uses kernel locality preserving projection (KLPP) to extract descriptors. The generated KLPP features are ranked and classified. To validate the developed system various machine learning techniques was used. The obtained results showed their effectiveness, where the accuracy was equal to 98%, sensitivity was 96.66%, specificity was 100% and area under the curve was 0.98.

Etehadtavakol et al. [43], conducted a study investigating lazy snapping method for the segmentation the region of interest. The study concluded that lazy snapping is one the most appropriate and effective methods for the segmentation, as it took short time to differentiate the hottest or coldest region of interest, in addition it produces results in the real time. Ragvahendra et. al. [44], presented the comprehensive revision of computer-aided diagnostics system for breast tumor screening using thermograms. The paper focuses on the advantages and disadvantages of the CAD systems, as well as suggesting further improvement of the system. The work can be used as a basis of further development of the CAD systems, that explore machine learning methods for the tumor detection. Thus, the reviewed articles showed high accuracy of the ANN used in combination with other approaches to diagnose the breast tumor. The results of the studies agreed with the actual parameters and the technology thereby has the potential to identify the required parameters from breast surface temperature data. Therefore, ANN, CNN can be further developed and integrated with other physics-based simulation methods for intelligent systems for the breast cancer identification. Another future research direction for AI in thermography is to use CNN as an AI-based diagnostic tool for breast cancer diagnosis as it has been applied successfully in using mammography due to its efficiency in handling images compared to ANN, but no research has been carried out to evaluate its capability in using thermography for diagnosis. Furthermore, it can be a potentially powerful patient specific diagnostic tool by combining it with physics-based reverse thermal modeling methods [31] as a front end fast screening tool.

Bayesian networks for medical diagnosis. Knowledge representation and decision-making are important tasks, in the field of medicine where many parameters are involved and interrelated to make a decision. Thus, several Artificial Intelligence (AI) methodologies and techniques have been applied to represent medical knowledge: production rules, semantic nets, Bayesian networks (BNs), frameworks, scripts, statements, logic, causal networks, etc. Perhaps one of the most successful tool for medical diagnosis is the Bayesian probability theory [45] based on representation of knowledge and approximation of reasoning with uncertainty [46-48]. Bayesian Networks (BNs) [46] proved to be effective in the decision support tasks emerging from a significant number of applications in the medical field [49] Bayesian Networks and Neural networks are very strong machine learning tools, but at the same time they are conceptually different. Modern Neural networks in the last ten years surprised all

researchers with their incomparable ability to recognize patterns. Their applicability to real life AI problems attract the interest of many investors and companies. However, the way that they find solutions is a black box. Bayesian Networks on the other hand are very useful for medical like problems where one can build an expert model for diagnosis or for industrial problems of reliability and troubleshooting. Bayesian networks are conceptually different in the sense that they encapsulate the knowledge from data in variables that can be concepts of a domain expert. Furthermore, this is the only framework that can provide causal reasoning that explores causes and effects.

Bayesian networks (BNs) are probabilistic models that can encode any type of certain or uncertain knowledge. Thus, they provide a mathematically adequate way to set up a knowledge representation scheme. Furthermore, it is the only mathematically consistent way to make decisions. BNs can be associated with supervised or unsupervised learning techniques in order to utilize historic data and make intelligent predictions. With the help of BNs we can also discover causal connections. Given n variables X_1, X_2, \dots, X_n , a BN is a graphical factorization of the joint probability distribution of the n dimensional variable X with components X_i . A BN is defined by a directed acyclic graph "G" determining the conditional independencies among the variables of and a set of local probability distributions. There are also directed arcs from a variable X_i to another variable X_j , (*parent* of X_j). Let us name all the parents that variable X_i has as $Pa(G)_i$. This graph structure results in a factorization of the joint probability distribution for X :

$$p(X) = \prod_{i=1}^n p(X_i | pa(g)_i)$$

BNs have already been used in a variety of different engineering fields, yet only a few works utilize BNs for predictive maintenance. Among a large variety of machine-learning algorithms, those based on Bayesian Networks attract particular interest for handling diagnosis and troubleshooting. As the name suggests, BN are based on the Bayes' rule, given by the following expression:

$$p(A | B) = \frac{p(B | A)p(A)}{p(B)}$$

where $p(A)$ is the *prior* probability of an event A and $p(B)$ is the normalizing constant. The prior probability $p(A)$ can be viewed as an initial belief about

event A before any information about event B is considered. The conditional probability $p(A|B)$, also called the *posterior* probability, represents the probability of A occurring given B has already occurred. Similarly, $p(B|A)$, also called the *likelihood*, is the conditional probability of B occurring given A has already occurred. Bayes' rule can be used to update the prior probabilities based on new evidence; this process is called the Bayesian inference. Given the effectiveness of BNs in causal reasoning in the engineering and medical fields, we hypothesize that they would have great potentials in applications in intelligent patient-specific breast cancer diagnosis.

Future development and directions. It is expected that patient specific diagnosis for breast cancer will be a major trend in future development in breast cancer research, which is based on technology advancements in medical imaging and scanning, AI and physics-based inverse simulation. For a successful identification of the tumor being cancerous, the thermograms must be integrated with risk markers such as age, medical conditions, lifestyles, dietary habits, genetics, etc. The thermograms need to be quantified and classified based on the associated parameters. Then they should be stored in correctly designed database, in which data mining and deep learning techniques can be applied to predict the development of cancerous tumors. The methodology known as risk markers for cancer existence on thermograms is still an open area of research. Another development is to combine data-driven machine learning with physics-driven inverse thermal simulation [31] for more patient specific and quantitative diagnosis of breast cancer. It is envisaged that the findings could further be exploited to assist in the guidance and teletraining of surgeons for cancerous breast operation procedures. Furthermore, computer-aided-diagnostics like the one under discussion can help medical experts from different countries to collaborate and discuss the treatment of complex cases.

Conclusion. Computer-aided diagnostics in healthcare have already confirmed its efficiency and accuracy. In particular, recent development and expansion in the field of thermography also show its effectiveness. The study presents a comprehensive review of the methods and techniques that can be used to identify the breast cancer at its earlier stages, which is very important for further treatment. In addition, it is shown that numerical simulation can be helpful in producing additional inputs for the artificial neural network or bayesian network. Therefore combining the physics-driven simulation, data-driven AI and thermography will likely lead to the development of revolutionary diagnostic systems for breast cancer.

Such a development of computer-aided diagnostics can further scale the real-time decisions resulting to a reliable expert model.

Acknowledgement. The authors are grateful to Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for financing this work through the grant for the “Development of an intelligent system for early breast tumor detection and cancer prediction” (AP05130923) and Nazarbayev University Research and Innovation System for administrating the research project.

References

1 Francis S. V., Sasikala M., Jaipurkar S. D. Detection of Breast Abnormality Using Rotational Thermography. In Application of Infrared to Biomedical Sciences – Singapore: Springer, 2017. – C. 133 – 158.

2 Sheeja F. V., Sasikala M., Bharathi G. B., Jaipurkar S. D. Breast cancer detection in rotational thermography images using texture features // Infrared Physics & Technology. – 2014. – № 67. – C. 490 – 496.

3 Breast Cancer Treatment (PDQ®)”. NCI. 23 May 2014. Archived from the original on 5 July 2014. Retrieved 29 June 2014.

4 World Cancer Report 2014. World Health Organization. – 2014. - P. Chapter 5.2. ISBN 978-92-832-0429-9.

5 HealthGrove. 2013. Breast Cancer in Kazakhstan. Retrieved November 15, 2017, from <http://global-disease-burden.healthgrove.com//33097/Breast-Cancer-in-Kazakhstan>.

6 Sejtkazina G. D., Bajpeisov D. M., Sejsenbaeva G. T., Oncological services RK. A. A. P. Kazakhstan for 2011 (statistical material) / Indicators Oncology Service of the Republic of Kazakhstan for 2013 (statistical material), 2012.

7 Apsalikov B.A., Manambaieva Z.A., Belikhina T.I., Adilkhanov T.A., Daulietiarova M.A., Apsalikov K.N. The dynamics of morbidity of breast cancer in the Eastern-Kazakhstanskaya oblast and role of radiation factor // Problem isocialnoi gigieni, zdravookhraneniya i istorii meditsini (Problems of social hygiene, public health and history of medicine, Russian journal) – 2016. – № 24 (1). – C. 7 – 10. DOI: 10.1016/0869-866X-2016-1-7-10.

8 Minsky M. Has AI contributed to an understanding of the human mind? Mind Design J. Haugeland, Ed. Cambridge, MA: MIT Press, 1981 – P. 95 – 128.

9 Oliver A. A review of automatic mass detection and segmentation in mammographic images // Med I A – 2010. – № 14 (2). – P. 87 – 110.

10 Domingues I., Cardoso J. S. Mass detection on mammogram images: a first assessment of deep learning techniques. Cambridge, MA, 2013. – 200 p.

11 Dhungel N., Carneiro G., Bradley A. P. Automated mass detection in mammograms using cascaded deep learning and random forests. // Internation-

al Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications. IEEE, 2015. – С. 1–8.

12 *Ertosun M. G., Rubin D. L.* Probabilistic visual search for masses within mammography images using deep learning. // IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine. IEEE, 2015. - С. 1310–1315.

13 *Huynh B. Q., Li H., Giger M. L.* Digital mammographic tumor classification using transfer learning from deep convolutional neural networks // Journal of Medical Imaging. – 2016. № 3 (3). – P. 501-509.

14 *Levy D., Jain A.* Breast mass classification from mammograms using deep convolutional neural networks // Journal of Medical Imaging. – 2017. № 4 (2). – P. 105-111.

15 *Arevalo J., Gonzalez F. A., Ramos-Poll R., Oliveira J. L., Lopez M.A.G.* Representation learning for mammography mass lesion classification with convolutional neural networks // Computer methods and programs in biomedicine – 2016. – № 127. – P. 248–257.

16 *Mordang J. J., Janssen T., Bria A., Kooi T., Gubern-Merida A., Karssemeijer N.* Automatic microcalcification detection in multivendor mammography using convolutional neural networks. Springer: International Workshop on Digital Mammography, 2016. – P. 35–42.

17 *Carneiro G., Nascimento J., Bradley A. P.* Unregistered multiview mammogram analysis with pre-trained deep learning models c International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention. Springer, 2015. – P. 652–660.

18 *Becker A. S., Marcon M., Ghafoor S., Wurnig M. C., Frauenfelder T., Boss A.* Deep learning in mammography: Diagnostic accuracy of a multipurpose image analysis software in the detection of breast cancer / USA: Investigative Radiology, 2017.

19 *Warren R.* Screening Women at High Risk of Breast Cancer on the Basis of Evidence. // Eur. J. Radiol. – 2001. – № 39 (1). – P. 50–59.

20 *E.H. Shortliffe.* Computer-Based Metrical Consultations: MYCIN / North Holland. New York: Elsevier, 1976.

21 *Miller R.A., Masarie F. E. J.* Use of the Quick Medical Reference (QMR) program as a tool for medical education // Methods of Information in Medicine. – 1989. - № 28. – С. 340 - 346.

22 *Yang Y.; Hu J.; Liu Y.; Chen X.* A multiperiod hybrid decision support model for medical diagnosis and treatment based on similarities and three-way decision theory. // Expert Systems. – 2019. - № 36 (3). – С. 15-25.

23 *Gao Q., Dong A.* A Contextual Reasoning Research Based on the Uncertain Context. // Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Robotic Computing; IEEE: Naples, Italy, 2019.

24 *Jha S.K., Pan Z., Elahi E., Patel N.* A comprehensive search for expert classification methods in disease diagnosis and prediction. *Expert Systems* – 2019, - № 36 (1).

25 *Tselykh A., Tselykh L., Vasilev V., Barkovskii S.* Knowledge discovery using maximization of the spread of influence in an expert system. // *Expert Systems*. – 2018. - № 35 (6).

26 *Nakasima-López S., Sanchez M.A., Castro, J.R.* Big Data and Computational Intelligence: Background, Trends, Challenges, and Opportunities. // *Studies in Systems, Decision and Control*. – 2018. - № 143. – С. 183-196.

27 *Ung, S.-T.* Development of a weighted probabilistic risk assessment method for offshore engineering systems using fuzzy rule-based Bayesian reasoning approach. // *Ocean Engineering*. – 2018, № 147. – С 268-276.

28 *Quinn S., Bond R., Nugent C.* Ontological modelling and rule-based reasoning for the provision of personalized patient education. // *Expert Systems*. – 2017. - № 34 (2).

29 *Mukhmetov O., Igali D., Zhao Y., Fok S. Ch., Teh S. L., Mashekova A., Ng EYK.* Finite Element Modelling for the Detection of Breast Tumor. 2018 IEEE 18th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering, Taiwan. DOI 10.1109/BIBE. 2018. 00078.

30 *Igali D., Mukhmetov O., Zhao Y., Fok S. Ch., Teh S. L.* An Experimental Framework for Validation of Thermal Modeling for Breast Cancer Detection. // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2018. – 408c doi:10.1088/1757-899X/408/1/012031.

31 *Mukhmetov O., Mashekova A., Zhao Y., Kwee N.Y.* Inverse thermal modeling and experimental validation for breast tumor detection by using highly personalized surface thermal patterns and geometry of breast (manuscript id: JMES-20-0347). // *Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 2020 (accepted).

32 *Zhao Y., Myrzhakmet A., Mashekova A., Ng EYK, Mukhmetov O.* 3D numerical study of temperature patterns in a female breast with tumor using a realistic multi-layered model. // *Bulletin of National Academy of Science of the Republic of Kazakhstan*, 2021 (accepted).

33 *Keyserlingk J. R., Ahlgren P. D., Yu E., Belliveau N., Yassa M.* Functional Infrared Imaging of the Breast. // *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.* – 2000 - № 19 – С. 30-41.

34 *Head J.F., Elliott R.L.* Infrared Imaging: Making Progress in Fulfilling its Medical Promise. // *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.* – 2002. - № 21. – С. 80-85.

35 *Ng E.Y.K.* A Review of Thermography as Promising Noninvasive Detection Modality for Breast Tumor // *International Journal of Thermal Sciences* – 2008. - № 48. - С. 849-859.

36 Ng E.Y.K., Kee E.C. Advanced integrated technique in breast cancer thermography. // J. Med. Eng. Technol. – 2008 - № 32(2) – С. 103-114

37 Mital M., Pidaparti R.M. Breast tumor simulation and parameters estimation using evolutionary algorithms. // Model Simul Eng, - 2008. - № Special Issue. - P. 6 - 12

38 Kandlikar S.G., Perez-Raya I., Raghupathi P.A., Gonzalez-Hernandez J.S., Dabydeen D., Medeiros L., Phatak P. Infrared Imaging technology for breast cancer detection - Current status, protocols and new directions. // International Journal of heat and mass transfer – 2017. - № 108. – P. 2303-2320

39 Saniei E., Setayeshi S., Akbari M.E., Navid M. Parameter estimation of breast tumour using dynamic neural network from thermal pattern. // Journal of Advanced Research – 2016. - № 7. – P. 1045-1055

40 Wahab A.A., Mohamad Salim M.I., Yunus J., Che Aziz M.N. Tumor localization in breast thermography with various tissue compositions by using Artificial Neural Network. // 2015 IEEE Student conference on Research and Development, 2015. – P. 484-488.

41 Pramanik S., Bhattacharje D., Nasipuri M. Texture analysis of breast thermogram for differentiation of malignant and benign breast // International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics, ICACCI, 2016. – P. 8-14.

42 Raghavendra U., Rajendra Acharya U., Ng E. Y-K, Tan Jen-Hong, Gudigar A. An Integrated Index for Breast Cancer Identification using Histogram of Oriented Gradient and Kernel Locality Preserving Projection Features Extracted from Thermograms // Quantitative Infrared Thermography Journal. – 2016. - № 13 (2). – С. 195-209.

43 Etehadtavakol M., Emrani Z., Ng E. Y. K. Rapid Extracting of the Hottest or Coldest Regions of Medical Thermographic Images // Medical & Biological Engineering & Computing, 2019 - № 57(2). – P. 379–388, <https://doi.org/10.1007/s11517-018-1876-2>

44 Raghavendra U., Gudigara A, Rao T. N., Ciaccio E. J., Ng E.Y.K., Acharya U. R, Computer aided diagnosis for the identification of breast cancer using thermogram images: A comprehensive review // Infrared Physics & Technology. – 2019. - № 102. – P. 103-123. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2019.103041>.

45 Jensen F.V. An Introduction to Bayesian Networks / New York: Springer, 1996.

46 Bapin Y., Zarikas V. Smart building's elevator with intelligent control algorithm based on Bayesian networks. // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2019. - № 10(2). – P. 16-24.

47 *Amrin A., Zarikas V., Spitas C.* Reliability analysis and functional design using Bayesian networks generated automatically by an “Idea Algebra” framework. // Reliability Engineering and System Safety. – 2018. - № 180. – С. 211-225.

48 *Zarikas V., Papageorgiou E., Pernebayeva D., Tursynbek N.* Medical decision support tool from a fuzzy-rules driven Bayesian network. // Proceedings of the 10th International Conference on Agents and Artificial Intelligence; SciTePress: Funchal, Portugal, 2018.

49 *Zarikas V., Papageorgiou E., Regner P.* Bayesian network construction using a fuzzy rule based approach for medical decision support. // Expert Systems. – 2015. - № 32 (3). - С. 344-369.

Mashekova A. - PhD, e-mail: Aigerim.Mashekova@nu.edu.kz

Zhao Y. - PhD, is a Professor , e-mail: yong.zhao@nu.edu.kz

Ng EYK. - PhD, is a Professor , e-mail: MYKNG@ntu.edu.kz

Zarikas V. - PhD, is a Professor

Mukhmetov O. - is Master of Science, e-mail: Olzhas.Mukhmetov@nu.edu.kz

ГОРНОЕ ДЕЛО

МРНТИ 52.13.23

Б.Т. Ратов¹, М.Т. Билецкий¹, Д.Н. Деликешева¹

¹Казахский научно-исследовательский технический университет им. К. Сатпаева,
г. Алматы, Казахстан

АНАЛИЗ ЧАСТИЦ ШЛАМА, ВЫНОСИМЫХ БУРОВЫМ РАСТВОРОМ

Аннотация. Неполный вынос из скважины бурового шлама ведёт к осложнениям процесса бурения и нередко к трудно ликвидируемым авариям. Производительность бурового насоса рассчитывается исходя из анализа частиц шлама, которые могут отличаться размером и плотностью слагающего их материала. Публикации на тему анализа распределений частиц шлама основываются на создании и использовании специальных устройств, отличающихся сложностью конструкции и принципов функционирования, что затрудняет их широкое применение. Ниже рассматриваемый метод базируется на замерах плотности восходящего потока промывочной жидкости. Бурение останавливают и скважину промывают до выравнивания плотностей нисходящего и восходящего потоков. После этого бурение возобновляют и через установленные промежутки времени замеряют плотность, которая каждый раз возрастает, в связи с присоединением к потоку все более трудно выносимых частиц. Дан пример использования предложенного метода в условиях бурения скважин на урановое сырьё.

Ключевые слова: бурение скважин, удаление шлама, режим промывки, анализ частиц шлама, замеры плотности потока.

• • •

Түйіндеме. Бұрғылау шламын ұңғымадан толық алып тастамау бұрғылау процесінде көбінесе қиындықтарға және оңай жойыла қоймайтын апаттарға алып келеді. Бұрғылау сорғысының өнімділігі оларды құрайтын материалдың мөлшері мен тығыздығымен ерекшеленетін шлам бөлшектерін талдау негізінде есептеледі. Шлам бөлшектерінің таралуын талдау тақырыбындағы жарияланымдар олардың кең қолданылуын қиындататын құрылымы мен жұмыс істеу принциптерінің күрделілігімен ерекшеленетін арнайы құрылғыларды жасауға және қолдануға негізделген. Төменде қарастырылған әдіс шаю сұйықтығының жоғары бағыттағы ағынының тығыздығын өлшеуге негізделген. Бұрғылау тоқтатылып, ұңғыманы тазарту және жаңарту тығыздығы теңестірілгенге дейін жуылады. Осыдан кейін бұрғылау қайта жалғасады және белгіленген аралықтарда бұл ағынға тасымалдау қиынырақ болып келетін бөлшектердің қосылуына байланысты әр уақытта артып отыратын тығыздық

өлшенеді. Уранның шикізатына арналған ұңғымаларды бұрғылау жағдайында ұсынылған әдісті қолдану мысалы келтірілген.

Түйінді сөздер: ұңғыманы бұрғылау, шламды жою, шаю режимі, шлам бөлшектерін талдау, ағын тығыздығын өлшеу.

Abstract. An imperfect removal of drilled cuttings out of the drill bore brings about down-the-hole problems and often – heavy break downs, hard to cope with. The output of the drilling pump is calculated, based on analysis of drilled cuttings, which differ with their size and density of their material. The paper on the analysis of drilled cuttings distributions describe application of some special designs, which have complicated structures and working principles, which in turn makes their wide use at the rig sites hardly possible. The below stated method is based on measurements of the drilling fluid's ascending flow density. The drilling is suspended and the hole flushed until achieving the balance of the in and out flows densities. After that, drilling is resumed and, at set intervals, the density is measured, which increases each time due to the influx of particles which are more difficult to carry out from the flow. The article has an example of implementing the method of drilling on uranium ore.

Keywords: drilling wells, cuttings evacuation, flushing regime, cuttings analysis, ascending flow density measurements.

Введение. Важнейшим условием эффективности процесса бурения является обеспечение чистоты ствола скважины [1]. Удовлетворению этого условия препятствует неполное удаление частиц разбуренной породы – бурового шлама. Причинами этого может быть недостаточная производительность бурового насоса и особенно при прохождении слабых легко буримых пород, когда в единицу времени образуется максимальное количество шлама [2]. Широко распространенными отрицательными последствиями некачественной очистки ствола скважины от шлама, являются такие явления, как образование затрудняющих спускоподъемные операции и проведение каротажных работ шламовых пробок. При остановках подачи промывочной жидкости, вследствие отказов бурового насоса, и даже при наращивании бурильной колонны могут возникать такие тяжелые аварии как прихваты забойной компоновки осевшим шламом [3]. Чтобы избежать подобных осложнений необходимо либо увеличить подачу промывочной жидкости буровым насосом либо повысить шламовыносящую способность раствора (его плотность и вязкость), а при невозможности осуществления этих мер – искусственно сдерживать процесс углубки вплоть до его периодических остановок с проведением промывок.

Количественные показатели перечисленных мероприятий – необходимая величина подачи раствора, его требуемая плотность, продолжительность остановок бурения с целью промывки ствола при отсутствии поступления новых объемов шлама, – зависят как от общего содержания шлама в восходящем потоке промывочной жидкости, так и от распределения его частиц по размерам, форме и степени их выносимости [4,5]. Известен способ анализа частиц бурового шлама [6] в растворе, который реализуется путём использования специальной установки. Заливаемую в неё пробу раствора разбавляют до объема, когда жидкость становится прозрачной, и после этого твердые частицы фотографируют в луче света. Фотографию подвергают автоматической обработке, в ходе которой частицы вписываются в двумерные шаблоны, соответствующие заданной линейке размеров. Чтобы учесть размеры по третьей координате (фотография дает расположение частиц на плоскости), содержащую частицы жидкость подвергают вращению и снова обрабатывают описанным способом. После этого с помощью специальной программы производят подсчет шаблонов со вписанными в них частицами и на этой основе определяют содержание частиц каждого диаметра из предусмотренных в установленной линейке размеров.

Рассмотренная установка для анализа распределения частиц шлама по их размерам является сложной по устройству и соответственно, дорогостоящей. Процедура её использования предъявляет высокие требования к квалификации осуществляющего ее персонала. Всё это затрудняет использование этого способа для анализа содержащегося шлама в промывочном растворе непосредственно на буровых установках [7]. Кроме того, этот способ обеспечивает учёт только размеров частиц шлама, тогда как для оценки эффективности очистки данной конкретной скважины от шлама необходим комплексный критерий способности частиц к выносу, учитывающий как факторы, относящихся к самим частицам, так и параметры бурового раствора, и геометрические параметры скважины. В университете им. К. Сатпаева проводятся исследования методов анализа частиц бурового шлама. *Ниже описанный метод прост и пригоден для широкого применения на буровых установках. Он учитывает не только размеры частиц, но и, их способность к выносу в конкретных условиях бурения данной скважины.*

Метод заключается в следующем: бурение останавливают и скважину промывают до наступления равенства плотностей очищенного нисходящего и выносящего шлам восходящего потоков промывочной жидкости. После того как это равенство достигнуто, бурение возобновляют с теми же режимами (осевая нагрузка на долото, частота его вращения, подача буровым насосом раствора и качественные параметры последнего), и соответственно с той же скоростью углубки. Через установленные постоянные интервалы времени производят замеры плотности выходящего из устья скважины раствора. Периодические замеры плотности каждый раз демонстрируют её увеличение на некоторую величину, которая характеризует содержание вновь присоединившихся частиц данного класса выносимости. Естественно, что для каждого последующего замера выносимость соответствующих частиц шлама хуже, чем для предшествующего замера, т.к. этим частицам потребовалось больше времени для достижения устья. Замеры прекращают, когда плотность раствора достигнет того значения, которое имело место в момент остановки бурения.

Как правило, анализ частиц производится применительно к некоторому известному пласту породы, представляющему собой опасность с точки зрения зашламования скважины. Это может быть мощный пласт представленный слабой легкобуримой породой, либо пласт сложенный породой повышенной плотности. В каждом конкретном случае плотность пласта, при его прохождении и вплоть до его смены следующим пластом с иными физико-механическими свойствами остаётся постоянной, поэтому распределение частиц шлама по выносимости зависит только от их размеров. Для оценки размера частиц каждого класса используется ниже приведенный алгоритм. Согласно формуле Риттингера [8] скорость падения частицы в неподвижной жидкости:

$$U = K \sqrt{d_{\text{ч}} \frac{\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{жс}}}{\rho_{\text{жс}}}} \quad (1)$$

где $\rho_{\text{ч}}$ – плотность материала частицы; $\rho_{\text{жс}}$ – плотность жидкости, $d_{\text{ч}}$ – эквивалентный диаметр частицы (диаметр шара объема, равного объему частицы), K – коэффициент формы частицы. Для округлых частиц он равен 4.0-4.5 м^{0.5}/с, для частиц плоской формы 2 – 4.0 м^{0.5}/с.

Отсюда размер частицы при замере номер i (частицы i -того класса выносимости):

$$d_{чi} = \frac{U_i^2 \rho_{жi}}{K^2 (\rho_ч - \rho_{жi})}, \quad (2)$$

где $\rho_{жi}$ – плотность раствора, полученная при i -том замере.

В формуле (2) скорость падения частицы можно определить как:

$$U_i = (\mathcal{G} - C_i) \cos \theta, \quad (3)$$

где \mathcal{G} – скорость восходящего потока в кольцевом пространстве скважины; C_i – скорость подъема (выноса) частицы, θ – средний зенитный угол скважины. У большинства эксплуатационных скважин, буримых на нефть, газ, воду и уран, угол θ близок к нулю, а его косинус – к единице.

Скорость восходящего потока:

$$\mathcal{G} = \frac{L_c}{T_{ж}}, \quad (4)$$

где L_c – длина скважины; $T_{ж}$ – время движения жидкости от забоя до устья скважины:

$$T_{ж} = \frac{V}{Q}, \quad (5)$$

где Q – расход жидкости (подача насоса), V – объем кольцевого пространства между скважиной и бурильными трубами;

$$V = \sum_{j=1}^n \left(\frac{\pi}{4} (D_j^2 - d_j^2) L_j \right) \quad (6)$$

где D – диаметр ствола скважины; d – наружный диаметр бурильных или утяжеленных (УБТ) труб; J – номер участка ствола, отличающегося диаметрами D_j и d_j либо одним из них; L_j – длина соответствующего участка; n – количество участков кольцевого пространства с разными диаметрами.

Часто скважину можно представить как содержащую только два участка, с одинаковыми диаметрами ствола, причем d_1 есть диаметр УБТ, d_2 – диаметр бурильных труб и соответственно L_1 – длина УБТ и L_2 – длина бурильной колонны. Это допущение может быть оправдано в случае выхода последней обсадной колонны на поверхность, т.к. внутренний диаметр обсадки близок к диаметру ниже расположенного открытого ствола, особенно ввиду “разработки” последнего т.е.

расширения под влиянием вращения бурильной колонны и размыва потоком жидкости.

Согласно предложенному методу скорость выноса частиц каждого класса:

$$C_i = \frac{L_C}{T_i}, \quad (7)$$

где T_i – время подъема частицы при очередном i -том замере, т. е. частицы i – того класса выносимости. Общее число классов:

$$m = \frac{\rho_B - \rho_{нп}}{\Delta_\rho}, \quad (8)$$

где ρ_B – плотность раствора в момент остановки бурения; $\rho_{нп}$ – плотность нисходящего (очищенного) потока; Δ_ρ – установленный интервал плотностей. Для различимости плотностей соседних классов необходимо, чтобы соблюдалось условие:

$$\Delta_\rho \geq 0.25 \zeta, \quad (9)$$

где ζ – цена деления измерителя плотности

Время подъема (выноса), частицы каждого класса

$$T_i = T_{ж} + \Delta_T * i \quad (10)$$

где; Δ_T – интервал времени между замерами. Необходимо чтобы:

$$\Delta_T \geq \frac{T_0}{m} \quad (11)$$

где T_0 – время очищения раствора (т. е. время от остановки бурения с промывкой скважины до появления “чистого ” раствора с плотностью $\rho_{нп}$). Это время близко к времени проведения замеров после возобновления бурения, т.к. в обоих случаях имеет место распределение частиц по выносимости, хотя и в обратном порядке (при промывке самые крупные частицы пропадают в первую очередь, а при замерах они последними появляются). Несоблюдение этого условия приведет к невозможности охвата классификацией наиболее трудно выносимых частиц.

Приведенный алгоритм обуславливает тот факт, что скорость C_i выноса частицы шлама данного класса i тем выше, чем меньше

размер d_{ci} частицы, и соответственно ниже их скорость падения в неподвижной жидкости (формула (2)). В первую очередь поверхности достигают наиболее мелкие частицы, затем к ним присоединятся более крупные и т.д.

Процентное содержание частиц класса i определяется по формуле:

$$\Pi_{Ti} = 100\% \frac{\rho_{жi} - \rho_{жi-1}}{\rho_B - \rho_{НП}} \quad (12)$$

То есть из плотности, (числитель формулы), полученной при данном замере номер i , вычитается плотность предшествующего замера номер $i - 1$ и эта разница соотносится с общим (суммарным) увеличением плотности, связанным с бурением скважины по данной породе с данной скоростью углубки (знаменатель скважины). Формула даёт содержание частиц в зависимости от задаваемого времени T_i (формула (10)) их выноса, положенного в основу классификации.

При неизменной плотности пород возможно от классификации частиц по их способности к выносу перейти к классификации по их размерам. Накопленное содержание [9] для частицы, размер которой соответствует времени её выноса T_i , при $i = k$

$$H_{Ti} = \sum_{i=1}^k \Pi_{Ti} \quad (13)$$

Накопленное содержание, соответствующее некоторой частице размера d_p , принадлежащей к интервалу замеров плотности от номера $i - 1$ до i определяется, путём интерполяции:

$$H_{dp} = \frac{H_{Ti} - H_{Ti-1}}{d_{ci} - d_{ci-1}} (d_p - d_{ci-1}) + H_{Ti-1} \quad (14)$$

где d_{ci} определен по формуле (2)

По формуле (14) определяется накопленное содержание для частиц размером d_{pi} , соответствующим концу каждого i – того интервала установленного ряда размеров. Величина интервала этого ряда определяется по формуле:

$$\Delta_{dp} \geq \frac{d_{cj \max}}{m} \quad (15)$$

Содержание частиц в каждом интервале:

$$\Pi_{dPi} = H_{dPi} - H_{dPi-1} \cdot \quad (16)$$

Таблица 1 - Величины, определяемые предварительными расчетами

Параметр	Значение	Формула
Объем кольцевого пространства, V, м ³	18.3	(6)
Время движения жидкости от забоя к устью, T _ж , ч	1.02	(5)
Скорость восходящего потока жидкости, Q, м/с	0.272	(4)
Время промывки, T _о	3.2	Данные опыта
Число классов частиц, m	5	(8), (9)
Период замеров, Δ _т , ч	0.5	(11)

Таблица 2 - Результаты анализа частиц бурового раствора

Параметр	Формула	Класс частиц i					
		0	1	2	3	4	5
		Классификация частиц по времени выноса					
Время выноса частицы T _i , ч	(10)	1.02*	1.52	2.02	2.52	3.02	3.52
Плотность раствора. ρ _ж , кг/м ³	Результат замера	1050	1070	1100	1130	1145	1150
Скорость выноса C _т , м/с		(7)	0.272*	0.183	0.137	0.110	0.092
Скорость падения U _п , м/с	(3)	0	0.089	0.135	0.162	0.180	0.193
Наибольший размер d _ч , мм	(2)	0	0.403	0.995	1.444	1.828	2.118
Содержание частиц П _т , %	(12)	0	20	30	30	15	5
Накопленное содержание H _т , %	(13)	0	20	50	80	95	100
Классификация частиц по размерам							
Размеры частиц от d _{pi-1} до d _{pi} , мм	(15)**	0	0-0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5
Средний размер частиц, мм		0	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25
Их накопленное содержание H _{dpi}	(14)	0	24.9	50	82.2	97.8	100
Содержание частиц П _{dpi} , %	(16)	0	24.9	25.1	32.2	15.8	2.2

* Относится к чистому раствору (без шлама) – приведено для сравнения.

** Число интервалов соответствует числу замеров плотности.

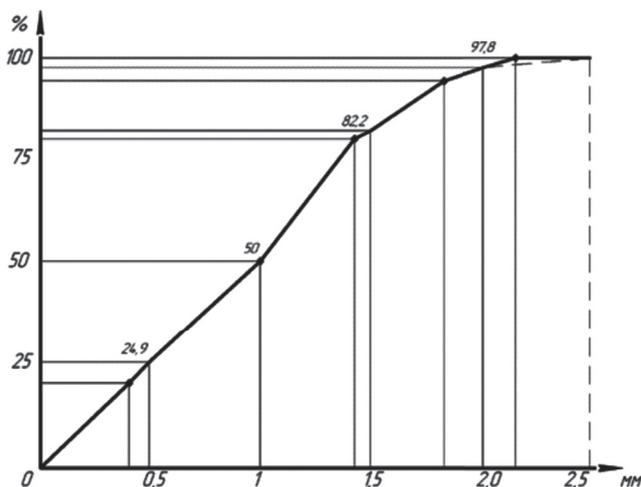


Рисунок 1 - Классификация частиц по их размерам

Классификацию частиц по их размерам можно также осуществлять графически с помощью графика накопленного содержания частиц с различной выносной способностью. (таблица 2, рисунок 1).

Осуществимость предложенного метода демонстрируется следующим примером (приведенные в примере условия являются типичными для бурения скважин на урановое сырье в южном Казахстане) [10]:

Имеется вертикальная скважина глубиной $L_c = 1000$ м; ствол скважины не обсажен и имеет один и тот же диаметр по всей длине: $D = 161$ мм; наружный диаметр бурильных труб $d = 50$ мм. Колонна утяжелённых бурильных труб имеет диаметр 108 мм и длину 15 м. Плотность нисходящего потока раствора $\rho_{\text{нп}} = 1050$ кг/м³; плотность восходящего потока в момент остановки бурения $\rho_{\text{б}} = 1150$ кг/м³ (что соответствует скорости углубки порядка 20 м/ч); плотность частиц шлама $\rho_{\text{ч}} = 2800$ кг/м³; коэффициент формы частицы $K = 3.5$ м^{0.5}/с; цена деления измерителя плотности раствора $\zeta = 10$ кг/м³ [8]. Подача насоса $Q = 300$ л/мин;

В ходе осуществления рассмотренного метода анализа частиц шлама производят следующие операции:

– Останавливают процесс бурения с фиксацией времени момента остановки. Начинается процесс промывки. При этом продолжается работа насоса с той же подачей;

– Фиксируется момент времени начала выхода “чистого” раствора. Возобновляют процесс бурения с теми же режимами, которые имели место до его остановки и, начиная с этого момента, осуществляются периодические замеры плотности выходящего из устья скважины бурового раствора;

– Измерения прекращают, когда плотности соседних замеров становятся одинаковыми (либо принимают то значение, которое имело место при остановке бурения).

В таблице 1 приведены результаты выполненных на основе исходных данных предварительных расчетов, необходимых для обработки замеров. В таблице 2 показаны результаты обработки замеров плотности бурового раствора с целью классификации частиц шлама: а) – по времени их выноса; б) – по их размерам. На рисунке 1 кружками показаны накопленные содержания (таблица 2, седьмая строка), соответствующие размерам d_{ci} (пятая строка). По ним построен график накопленных содержаний. Содержание Π_{dpi} (нижняя строка таблицы 2) частиц определяется как разность значений ординат, соответствующих верхней и нижней границам каждого данного интервала установленного ряда размеров.

Выводы. Анализ частиц бурового шлама играет важную роль в предупреждении осложнений и аварий при бурении скважин. Известные методы анализа частиц шлама связаны с использованием сложных и дорогих устройств, мало приспособленных к широкому применению непосредственно на буровых установках. Упомянутые методы, дают распределение частиц шлама по их размерам, и не связаны непосредственно с условиями бурения скважины: ее геометрией, подачей раствора и его параметрами. Предложенный метод ориентирован на способность частиц шлама к удалению из скважины, в качестве критерия которой принято время подъема частицы от забоя до устья с потоком промывки. Метод сводится к периодическим замерам плотности восходящего потока, проводимым, начиная с возобновления углубки после промывки скважины с достижением очистки раствора от шлама. Замеры плотности осуществляются широко распространенными на буровых работах пикнометрами, стоимость которых во много раз ниже, чем стоимость устройств. На основе распределения частиц шлама по их способности к выносу предложенный метод также позволяет получить их распределение по размерам. Для получения окончательных результатов значения

замеров плотности вводятся в последовательность несложных формул, расчеты по которым могут проводиться вручную или с помощью переносного компьютера. Описанный метод требует приостановки процесса углубки для осуществления промывки скважины, которая может занять несколько часов; однако в условиях зашламованной скважины такая промывка должна периодически проводиться независимо от применения рассматриваемого метода.

Список литературы

1 *Naegel, M. et al*, 1998. Cuttings Flow Meters Monitor Hole Cleaning in Extended Reach Wells. Paper SPE 50677 presented at the European Petroleum Conference, The Hague, 20–22 October. oi: 10.2118/50677-MS.

2 *Билецкий М.Т и др.* Использование компьютерной модели для предотвращения зашламования скважин при высокоскоростном бурении// Новости науки Казахстана, 2009.- № 3 [Biletskij M.T. Ispol'zovanie komp'yuternoj modeli dlya predotvrashheniya zashlamovaniya skvazhin pri vy`sokoskorostnom burenii. // Novosti nauki Kazakhstana, 2009.- N3]

3 *Biletskiy M.T., Ratov B.T., Kasenov A.K.* Problem analysis of geotechnical well drilling in complex environment. Scientific and Technical Chelenges in the Well Drilling Progress. IOP Conf. Series: Earth and Environment. Science 24 (2015) 012026. IOP Publishing

4 *Rangi Han et al.* Real time 3D Computer Vision Shape Analysis of Cuttings and Cavings. SPE 191634 . Society of Petroleum Engineers 2018

5 *Allen, T.* Particle Size Measurement, Volume 1: Powder Sampling and Particle Size Measurement, fifth edition. Dordrecht, The Netherlands: Springer Verlag, 1999.

6 *Saasen A. et al.* Automatic Measurement of Drilling Fluid and Drill cuttings Properties. IADC/SPE 112687 USA march 2008

7 *Spelta A. et al.* Real Time Mud Monitoring System Improves Drilling Efficiencies. 13-th Offshore Meditterrenian Conference in Ravena Italy March 2017

8 *Ивачев Л.М.* Промывка и тампонирование геологоразведочных скважин. М.: Недра, 1989.- с. 247 [Ivachev L.M. Promy`vka I tamponirovaniye geologorazvedochny`kh skvazhin, M: Nedra, 1989.- s.247]

9 Венецкий И.Г., Вененцкая В.И. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе, М., Статистика, 1979 .- с. 447. [Venetskij I.G., Venetskaya V.I. Osnovny`ye matematiko-statisticheskiye ponyatiya i formuly` v e`konomicheskom analize, M., Statistika, 1979.- s.447]

10 Методика сооружения скважин для разведки и добычи урана методом ПСВ: Алматы АО НАК Казатомпром, ТОО ИВТ, Алматы, 2007.- с.211. [Metodika sooryzheniya skvazhin dlya razvedki i doby`chi urana metodom PSV: Almaty` AO NAK Kazatomprom, TOO IVT, Almaty` , 2007.-s.211]

Ратов Б.Т. - доктор технических наук, профессор
Билецкий М.Т. - кандидат технических наук, доцент
Деликешева Д.Н. - докторант PhD

Б.Т. Ратов¹, Б.В. Федоров¹,
И.А. Руслякова-Куприянова², А.С. Косьминов³

¹Казахский научно-исследовательский технический университет
им. К. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

²JTG Kazakhstan, г. Алматы, Казахстан

³Геосервис, г. Алматы, Казахстан

КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЛОПАСТНОГО ДОЛОТА ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Аннотация. Из практики бурения скважин лопастными долотами, известно, что при проходке перемежающихся по твердости горных пород достаточно часто происходит «зависание» инструмента. На основе теории вращательного бурения проф. Владиславева В.С. установлено реальное распределение осевой нагрузки на резцы радиальных лопастей долота. Несмотря на резкое повышение нагрузки на резцы, установленные в околоосевой области вращения долота, при проходке твердых пластов пород часто наблюдается упомянутое осложнение. Для ликвидации такого осложнения фирма Smith bits предложила установить в центре торцевой части долота конус из сверхтвердого материала и устранить из этой области часть лопастей с резцами. Для ликвидации «зависания» инструмента при бурении любых пород предложено и запатентовано техническое решение, заключающееся в установке в центральной торцевой части долота кольцевого пилота малого диаметра, торец которого оснащен резцами PDC.

Ключевые слова: «зависание» лопастного долота, твердые породы, кольцевой пилот, малый диаметр, разрушение керна, повышение производительности бурения.

• • •

Түйіндеме. Ұңғыларды қалақты қашаулармен бұрғылау тәжірибесінен қатылығы бойынша қиылысатын тау жыныстарын қазу кезінде құралдың «қатып қалуы» жиі болатыны белгілі. Бұл құбылыс проф. В.С.Владиславевтің айналмалы бұрғылау теориясының негізінде қашаудың радиалды пышақтарына орнатылған кескіштерге осьтік жүктеменің таралатыны анықталды. Қашау айналатын осьтің қасында орнатылған кескіштерге жүктеменің күрт артуына қарамастан, қатты тау жыныстарын қазу кезінде жиі аталған қиындықтар байқалады. Осындай қиындықтарды жою үшін «Smith bits» компаниясы қашаудың шет жағына өте қатты материалдан жасалған конус қойып, осы аймақтан пышақтардың бір бөлігін кескіштерімен алып тастауды ұсынды. Кез-келген тау жыныстарын бұрғылау кезінде құралдың "қатып қалуын" жою үшін қашаудың орта тұсындағы ұшына ұшы PDC кескіштерімен жабдық-

талған кіші диаметрлі сақиналы кескішті орнатуды қажет ететін техникалық шешім ұсынылады және патенттеледі.

Түйінді сөздер: қалақты қашаудың «ілінуі», қатты тау жыныстар, сақиналы кескіш, шағын диаметрі, керннің бұзылуы, бұрғылау өнімділігінің артуы.

• • •

Abstract. From the practice of drilling wells with paddle bits, it is known that when drilling rocks alternating in hardness, the tool hangs quite often. This phenomenon consists in the fact that the rotating tool stops deepening for a while, then drilling resumes until the next “freeze”, etc. Based on the theory of rotary drilling by prof. Vladislavlev V.S. the real distribution of the axial load on the cutters installed on the radial blades of the bit was established. Despite a sharp increase in the load on the cutters installed in the near-axis region of the bit rotation, the mentioned complication is often observed when driving hard rock layers. To eliminate this complication, Smith bits proposed to install a cone made of super-hard material in the center of the end part of the bit and remove part of the blades with cutters from this area. To eliminate the “freezing” of the tool when drilling any rocks, a technical solution has been proposed and patented, which consists in installing a small diameter annular pilot in the central end part of the bit, the end of which is equipped with PDC cutters. In the process of drilling, a core is drilled in the central part of the bottom hole, and the higher its height, the less it is associated with the massif and is easily destroyed by the core breaker, and the products of destruction are carried away by the flow of drilling fluid.

Keywords: Paddle bit “hanging”, hard rocks, ring pilot, small diameter, core breakdown, increasing drilling productivity.

Введение. Сама специфика формирования забоя скважины при вращательном бурении лопастными долотами обуславливает линейные распределения скоростей по радиусу лопастей: от максимальной на периферии до нулевой скорости на оси инструмента. Одной из проблем, осложняющих технологию бурения лопастными долотами, работающими в режиме резания-скалывания, является так называемое «зависание» долота над центральной частью забоя скважины. Визуально это явление заключается в том, что вращающийся инструмент на некоторое время перестает углублять забой. Затем происходит медленное раздавливание породы, находящейся в околосевой области вращения долота, и бурение возобновляется до следующего «зависания» и т.д. Такое явление неоднократно наблюдалось при бурении лопастными долотами нефтегазовых скважин в перемежающихся по твёрдости горных породах [1]. В упомянутой работе отмечалось резкое уменьшение интенсивности разрушения забоя по мере приближения к оси вращающегося долота, а

увеличенная осевая нагрузка приводила к чрезмерному износу резцов, размещенных в этой области. В итоге все перечисленные явления снижают механическую и рейсовую скорости бурения и в целом производительность буровых работ.

Работами [2,3] установлена на основе теория бурения резанием проф. В.С.Владиславлева [4-10] причина «зависания» лопастных долот. Она заключается в крайне неравномерном распределении осевой нагрузки на рабочие элементы (резцы), размещенные на лопастях долот, в радиальном направлении. Методика расчёта распределения нагрузок на резцы долота по его радиусу изложена в упомянутых работах [2, 3]. Ниже в качестве примера приведен график упомянутой зависимости (рисунок 1), рассчитанной при следующих исходных данных: скорость бурения $V_m = 18$ м/ч; диаметр скважины $D = 220$ мм; сопротивление буримой породе сдвигу $\tau_{сдв} = 40$ МПа; частота вращения долота $n = 100$ об/мин; количество лопастей долота $m = 4$; количество резцов, перекрывающих по радиусу ширину забоя $K = 6$; модуль упругости буримой породы $E = 60\,000$ МПа; ширина конца резца в направлении его движения $\delta = 0,2$ мм; коэффициент Пуассона породы $\mu = 0,3$; коэффициент, учитывающий стесненные условия скважины $\gamma = 1,38$; коэффициент трения резцов о породу забоя $\mu = 0,4$.

Из зависимости $Q_2^* = f(R_1)$ (рисунок 1) следует, что минимальная нагрузка при разрушении забоя скважины с заданной скоростью находится на периферии долота, где при $R_1 = 110$ мм. $Q_1^* \approx 3$ кН. Напротив, вблизи оси вращения инструмента нагрузка достигает огромной величины. Например, при $R_1 = 8$ мм, $Q_1^* \approx 25$ кН. Расчеты при других исходных данных показывают аналогичную картину распределения Q_1^* . Объяснение такому распределению следующее. При бурении к пикобуру приложена осевая статическая сила Q и крутящий момент, трансформирующийся в частоту вращения инструмента. Разные участки лезвия перемещаются по окружностям, длина которых пропорциональна радиусам их вращения. Максимальный путь будут совершать резцы, расположенные у наружного края долота. Резцы, расположенные вблизи оси инструмента, будут пробегать путь, в разы меньший, а на оси вращения долота он будет равен нулю. Одним из основных положений теории бурения решением [2,3] является линейная зависимость углубления резца в породу от длины пути, пройденным упомянутым резцом.

Но так как речь идёт об едином целом лезвии, то углубка для всех его участков должна быть одинаковой. Равная углубка для резцов, пробегающих разный путь, обеспечивается за счёт перераспределения

действующей на пикобур осевой нагрузки, и поэтому она растёт на режущей кромке лезвия в направлении к оси вращения, как бы компенсируя уменьшение пути. В результате происходит остановка, «зависание» долота, которому потребуется некоторое время для раздавливания породы в центральной части забоя скважины, так как прочность твёрдых пород на сжатие на порядок выше, чем на сдвиг, это явление негативно влияет на процесс бурения и снижает его производительность.

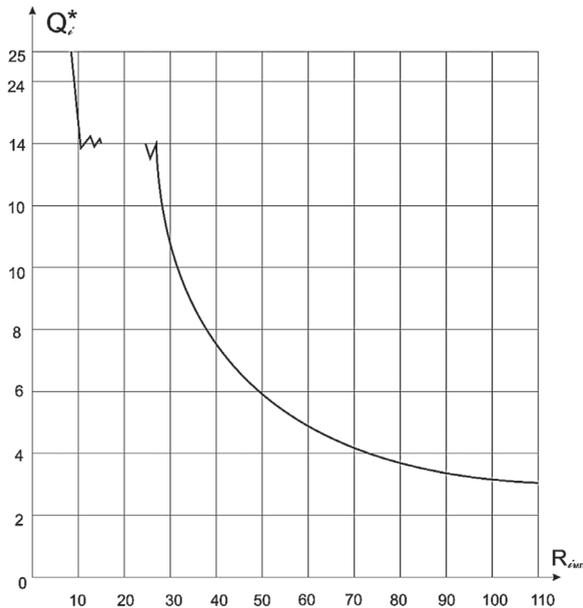


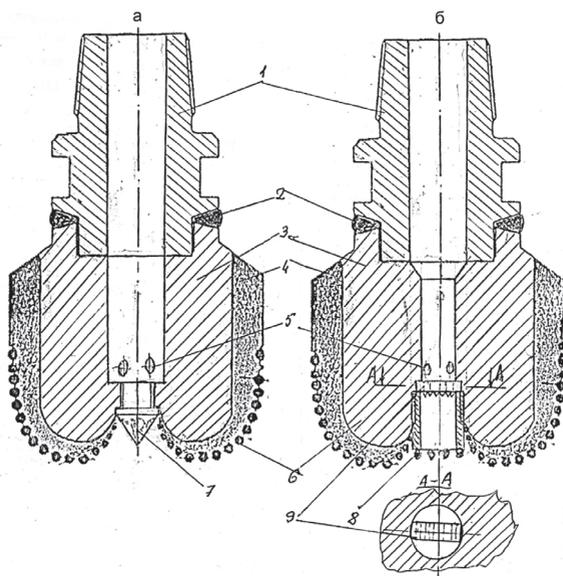
Рисунок 1 - Распределение осевой нагрузки, Q_i^* действующей на четыре лопасти пикообразного долота, в зависимости от радиуса вращения $R_{вин}$ резцов

Анализируя зависимость $Q_i^* = f(R_i)$ (рисунок 1), приходим к выводу, что в конструкции долота необходимо устранить из околоосевой зоны вращения инструмента часть лапастей с резами, на которые действуют чрезмерные высокие нагрузки. Оставшийся, формирующийся в центральной части скважины целик породы можно разрушить двумя способами:

1) установка в торцевой части инструмента, по его оси конуса из сверхтвёрдого материала с алмазным напылением (рисунок 2а), который по мере углубления забоя при встрече с целиком раздавли-

вает последний, а продукты разрушения диспергируются и выносятся потоком бурового раствора;

2) установка в центральной торцевой части долота кольцевого пилота (буровой коронки) малого диаметра, торец которого оснащен резами PDC (рисунок 2б); при углублении скважины из центральной части забоя выбуривается керн, причем чем больше его высота, тем меньше он связан с массивом, легко разрушается керноломом и выносится потоком бурового раствора.



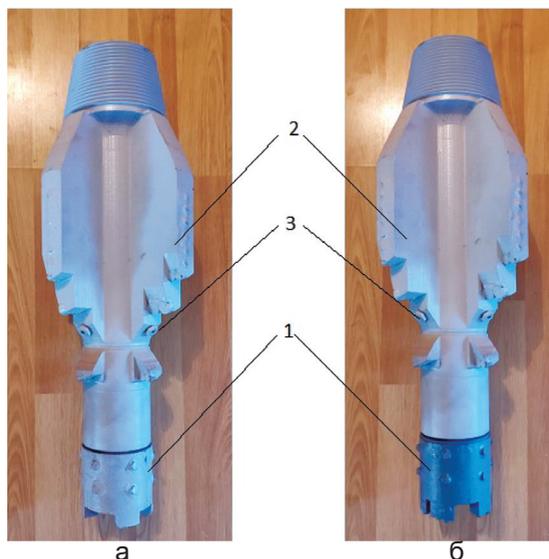
а – раздавливание породы в центральной части забоя сверхтвердым конусом;
 б – формирование керна кольцевым пилотом малого диаметра с последующим разрушением породы керноломом, 1 – соединительный ниппель; 2 – сварочный шов; 3 – стальной корпус; 4 – карбидовольфрамовая матрица; 5 – каналы для бурового раствора; 6 – алмазотвердосплавные резацы; 7 – твердосплавный конус с алмазным напылением; 8 – пилот кольцевой формы; 9 – кернолом.

Рисунок 2 - Конструктивные варианты лопастных долот для разрушения породы в центральной части забоя скважины

По первому пути пошла компания Smith bits [1] - дочерняя компания Sehlum berger, - которая вышла на рынок с новой технологией бурения с использованием долот, конструктивно отличающихся от применяемых. Новизна конструкции заключается в наличии в центре

торца долота высокотвердого конуса с алмазным напылением и укороченными лопастями за счёт отсутствия части последних в околоосевой зоне инструмента. Соответствующая технология, получившая название Stinger, позволила весьма эффективно решить проблему разрушения центральной части забоя скважины, особенно если последний представлен твердыми хрупкими породами. В ходе лабораторных исследований технологии Stinger получен 70%-ный прирост эффективности работы долота в сравнении с традиционными лопастными долотами.

Однако упомянутая конструкция долота не является идеальной по эффективному применению в любых породах. Например, если твёрдые породы имеют повышенную вязкость и недостаточную хрупкость, то при воздействии твердого конуса на забой практически в одной точке формирующийся центральный выступ – целик не может диспергироваться на достаточное количество мелких кусков. Выступ – целик в центре забоя в таких породах будет разрушаться медленно, за счёт радиального биения долота, что затруднит углубление скважины.



1 – кольцевой пилот; 2 – лопастной расширитель, 3 - гидромониторные насадки;
а - кольцевой пилот оснащен резцами PDC; б – кольцевой пилот оснащен твердосплавными резцами.

Рисунок 3 - Лопастное долото с кольцевым пилотом
(опытный натурный образец)

Поэтому представляется предпочтительнее второй путь совершенствования конструкции лопастных долот. Выбуриваемый кольцевым пилотом керн, у которого по мере углубления кольцевого забоя увеличивается высота и ослабляется прочность, т.к. возрастает его обнажение по боковой поверхности и связан он с массивом лишь основанием. Предусмотренный в конструкции кернолом без труда его разрушает в любой породе, а продукты разрушения без затруднений удаляются буровым раствором. На последнее техническое решение получен патент Республики Казахстан [7]. Опытное лопастное долото с кольцевым пилотом (рисунок 3) и подготовлено к испытаниям для бурения нефтегазовых скважин.

Выводы.

1. Установлена причина осложнений в процессе бурения лопастными долотами, которая заключается в периодическом «зависании» инструмента над забоем. Сущность этого явления заключается в крайне неравномерном распределении осевой нагрузки на породоразрушающие элементы лопастей. Максимальная нагрузка сосредоточена в околоосевой зоне вращения инструмента, где резцы имеют околонулевую скорость вращения.

2. Проанализированы технические решения, способные ликвидировать осложнения при бурении лопастными долотами, особенно в перемежающихся и твёрдых породах. Предпочтительной является конструкция долота, у которого центральная торцевая часть оснащена кольцевым пилотом с резцами PDC и керноломом для разрушения формирующегося керна.

Список литературы

1 Дик Гисмин. Технологическое сопровождение совершенствования буровых долот // Offshore (Russia). -2013. - №1(1). -С.42-45. [Dik Gismin Tekhnologicheskoe soprovozhdenie sovershenstvovaniya burovy`kh dolot.. Offshore Russia, N1(1).-2013.-s.42-45]

2 Ратов Б.Т., Билецкий М.Т., Байбоз А.Р. Использование компьютерных пользовательских программ для анализа теоретических моделей разрушения горных пород при бурении скважин // Новости науки Казахстана. – 2018. – №3. – С 80-93. [Ratov B.T., Biletskij M.T., Bajboz A.R. Ispol'zovanie komp'yuterny`kh pol'zovatel'skikh program dlya analiza teoreticheskikh modelej razrusheniya gorny`kh porod pri burenii skvazhin, Novosti nauki Kazakhstana, 2018.-N3.-s.80-93]

3 Fedorov B.V., Kudaikulova G.A., Ratov B.T., Baiboz A.R. Comprehensive Research on Development of the New Blade Bits Design // American Journal of

Engineering and Technology Management. – 2020. – Vol. 5. – № 1. P. 12-17. doi: 10.11648/j.ajetm.20200501.12. Received: January 8, 2020; Accepted: January 31, 2020; Published: February 20, 202

4 *Полов А.Н., Сливак А.И., Акбулатов Т.О.* Технология бурения нефтяных и газовых скважин. -М.: Недра-Бизнесцентр, 2003. — 509 с. [Popov A.N., Spivak A.I., Akbulatov T.O. Tekhnologiya neftyany`kh I gazovy`kh skvazhin, M., Nedra, 2003.-509s.]

5 *Оганов А.С., Калинин А.Г., Сазонов А.А, Бастриков С.Н.* Строительство нефтегазовых скважин // Изд. центр РГГУ нефти и газа. – 2013.– Т. 1. - С. 691. [Oganov A.S., Kalinin A.G., Sazonov A.A., Bastrikov S.N. Stroitel`stvo neft-egazovy`kh skvazhin, T.1, Izd.tsentr RGGU nefiti I gaza, 2013.-s.691]

6 *Владиславлев В.С.* Разрушение горных пород при бурении скважин. - М.: Недра, 1958.- 242с. [Vladislavlev V.S. Razrushenie gorny`kh porod pri bu-renii skvazhin, M., Nedra, 1958.-242s.]

7 *Фурментро Д.* Анализ проблем, возникающих в процессе использования буровой машиной // Сб. Механика горных пород применительно проблемам разведки и добычи нефти. - М.: Мир, Эдъф Экитен, 1994. - С 195-219. [Furmentro D. Analiz problem, vznikayushhikh v protsesse ispol`zovaniya burovoj mash-inoj, Sb. Mekhanika gorny`kh porod primentel`no problemam razvedki I doby`chi nefiti, M.: Mir, Ed`f Ekiten, 1994.-s.195-219]

8 Патент на изобретение Республики Казахстан №33077 Буровое долото типа пикоBUR / Авторы Ратов Б.Т., Байбоz А.Р. и др. бюл №28.- 2018. [Patent na izobreteniyе Respubliki Kazakhstan N33077 Burovoye doloto tipa piko-bur. Avtory` Rato B.T., Bayboz A.R. I dr. byul.N28.-2018]

9 *Ratov B.T., Fedorov B. V., Khomenko V.I., Baiboz A.R, Korgasbekov D. R.* Some features of drilling technology with pdc bits // Naukovyi Visnyk Natsional-noho Hirnychoho Universytetu. – 2020. – № 3. ISSN 2071-2227, E-ISSN: 2223 - 2362. <https://doi.org/10.33271/nvngu/20203/013>

10 *Biletskiy M., Nifontov Iu., Ratov B., Delikesheva D.* The problem of drilling mud parameters continuous monitoring and its solution at the example of automatic measurement of its density // News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan series of geology and technical sciences. ISSN 2224-5278 Volume 6, Number 438 (2019), 46 – 54. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.154>. – 2019. – Vol.6, №438. – P.46-54.

Ратов Б.Т. - доктор технических наук, профессор
Фёдоров Б.В. - доктор технических наук, профессор
Руслякова-Куприянова И.А. - инженер
Косьминов А.С. - докторант PhD

Х.А. Юсупов¹, Е.Х. Абен¹, А.К. Омурғали¹, Н. Хайруллаев¹

¹Казахский научно-исследовательский технический университет
им. К. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНОСТИ ВЫЩЕЛАЧИВАЮЩЕГО РАСТВОРА ВО ВРЕМЕНИ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ КАВИТАТОРОМ

Аннотация. Несмотря на все преимущества, подземное скважинное выщелачивание имеет ряд недостатков, одним из которых является значительный срок отработки блоков из-за низкого содержания урана в продуктивном растворе. Существуют различные способы, которые приводят к сокращению времени выщелачивания и увеличению среднего содержания урана в растворах. Однако практическое осуществление этих способов требует огромных материальных и трудовых затрат. Для повышения извлечения полезных компонентов, снижения времени на выщелачивание и расхода реагентов предлагается технология, основанная на использовании эффекта кавитации для активации раствора. Активация выщелачивающего раствора повышает содержание урана в продуктивном растворе, сокращает время отработки блока. Однако, нет исследований по установлению времени сохранения активности раствора. Поэтому, в работе, на основании лабораторных исследований получены зависимости изменения активности выщелачивающего раствора во времени после обработки раствора кавитатором.

Ключевые слова: активация, полезный компонент, подземное скважинное выщелачивание, уран, кавитация, раствор.

• • •

Түйіндеме. Жерасты ұңғымалық сілтілеу әдісінің барлық артықшылықтарына қарамастан, оның бірқатар кемшіліктері бар, соның бірі өнім ерітіндісіндегі уран мөлшерінің төмен болуына байланысты блоктар қорының ұзақ уақыт игерілуінде. Өнім ерітіндісіндегі уран мөлшерін жоғарылатып, сілтілеу уақытын азайтудың әр түрлі тәсілдері бар. Алайда, осы тәсілдерді іс жүзінде жүзеге асыру үлкен материалдық және еңбек шығындарын талап етеді. Пайдалы компоненттердің түсімін арттыру, сілтілеу уақытын және реагент шығынын азайту үшін, кавитация әсерін іске қосу негізінде ерітіндіні белсендіру технологиясы ұсынылады. Сілтілеу ерітіндісін белсендіру өнімді ерітіндідегі уран мөлшерін жоғарылатып, блоқты сілтілеу уақытын азайтады. Бірақ, ерітіндіні белсендіру дәрежесінің неше уақытқа жететіні зерттелмеген. Сондықтан, бұл жұмыста лабораториялық зерттеулер барысында сілтілеу ерітіндісі кавитатормен белсендірілгеннен кейінгі өткен уақытқа байланысты белсенділігінің өзгеруі алынған.

Түйінді сөздер: белсендіру, пайдалы компонент, жерасты ұңғымалық сілтілеу, уран, кавитация, ерітінді.

Abstract. Despite all the advantages, underground borehole leaching has a number of disadvantages, one of which is a significant period of block development due to the low content of uranium in the productive solution. There are various methods that reduce the leaching time and increase the average content of uranium in solutions. However, the practical implementation of these methods requires huge material and labor investments. To increase the extraction of useful components, reduce the time for leaching and the consumption of reagents, a technology based on the cavitation effect to activate the solution is proposed. Activation of the leaching solution increases the content of uranium in the productive solution, and reduces the block's working time. However, there is no research to determine the time of preservation of the solution activity. Therefore, herein, based on laboratory studies, dependences of changes in the activity of the leaching solution in time after treatment with a cavitator were obtained.

Keywords: activation, useful component, underground leaching, uranium, cavitation, solution.

Введение. Развитие науки и техники в современном мире определяется невиданным по своим масштабам научно-техническим прогрессом, характерной чертой которого является очень быстрый рост энерговооруженности производства. Мировое потребление основных энергоресурсов достигло гигантских размеров. Особенностью научно-технической революции является ускоряющееся развитие атомной энергетики, которая становится все более весомой составляющей в производстве электроэнергии. Такие гигантские масштабы развития атомной энергетики потребуют соответствующего обеспечения ее природным ураном. В соответствии с этим возрастут потребности в уране, которые могут быть удовлетворены за счёт добычи промышленных руд, разрабатываемых традиционными способами (подземными или открытыми горными работами), и вовлечения в эксплуатацию месторождений в основном гидрогенного генезиса, представленных бедными или убогими рудами, а также месторождений, залегающих в сложных горно-геологических и гидрогеологических условиях. Месторождения второй группы – с бедными и убогими рудами, несущими в себе запасы урана, - до последнего времени не были вовлечены в промышленную разработку традиционными способами добычи по технико-экономическим соображениям. Эта важная задача, имеющая большое народнохозяйственное значение, к настоящему времени в значительной степени решена. Особенно в последнее десятилетие были проведены большие работы по разработке и внедрению в промышленных масштабах геотехнологической добычи урана, получившей название метода подземного выщелачивания (ПВ) [1,2]. Несмотря на все преимущества, подземное скважинное выщелачивание имеет ряд недостатков,

одним из которых является значительный срок отработки блоков из-за низкого содержания урана в продуктивном растворе. По своей сущности все известные способы интенсификации процесса подземного выщелачивания [3-5] можно классифицировать следующим образом:

- гидродинамические;
- физико-химические;
- химические.

Все эти способы в исследуемых пределах приводят к сокращению времени выщелачивания и увеличению среднего содержания урана в растворах. Однако практическое осуществление этих способов воздействия связано с огромными материальными и трудовыми затратами [4,6,7]. Для повышения извлечения полезных компонентов, снижения времени на выщелачивание и расхода реагентов предлагается технология, основанная на использовании процесса кавитации для активации раствора. Сущность технологии заключается в том, что перед подачей выщелачивающего раствора в рудную массу её активируют с помощью кавитации, что вызывает распад молекул раствора и образование радикалов с высокой химической активностью.

Как следует из анализа литературы [6,7], обработка различного рода материалов с использованием кавитаторов всегда даёт положительный эффект. Описано применение кавитации в чрезвычайно широком диапазоне: получение эмульсий, разрушение и удаление загрязнений, получение неорганических и органических соединений, активация топлива, новейшие конструкции торпед и пр. Как показали предварительные лабораторные исследования [4], активация выщелачивающего раствора повышает содержание урана в продуктивном растворе и сокращает время отработки блока. Однако, в этих исследованиях не было установлено время действия активированного раствора, так как требуется значительное время от места активации выщелачивающего раствора (планируется активировать раствор в узле распределения выщелачивающего раствора) до пласта и откаточной скважины. Поэтому, для установления времени сохранения активности выщелачивающего раствора после ее активации были проведены лабораторные исследования.

Методика исследования. Исходя из конкретной задачи, поставленной в данной работе, основной характеристикой для ее проведения является активность выщелачивающего раствора при взаимодействии с рудой и материалами породы. Поэтому главным показателем при проведении лабораторных исследований является изменение активности раствора при различных способах его обработки. Исследования по

активации сернокислотного раствора кавитацией, были проведены на растворах с содержанием кислоты 10г/л [4]. Однако, учитывая большой объем подаваемого выщелачиваемого раствора в промышленных условиях, что требует значительных энергетических затрат для механической её активации, были проведены исследования возможности активации концентрированной серной кислоты, используемой для доукрепления маточного раствора. В установку залили около 1,5 л кислоты и провели обработку в течение 5 мин. Затем из активированной кислоты приготовили раствор с содержанием 10 г/л и проверили его активность при выщелачивании. Результаты сравнили с таким же экспериментом, но без предварительной активации кислоты.

Результаты измерений содержания полезного компонента в растворах после выщелачивания показали, что активность кислоты после кавитационной обработки увеличилась на 14%. Следовательно, в промышленных условиях нет необходимости проводить механическую активацию всего выщелачиваемого раствора, следует ограничиться только обработкой доукрепляющей концентрированной серной кислоты. Это резко снижает энергетические затраты. В дальнейшем, эксперименты были проведены с использованием раствора, приготовленного с активизированной кислотой. При исследованиях раствор активировали в течение 3,5,10 и 20 мин., время для отбора проб при выщелачивании 5, 10, 20 и 30 мин. Сначала исследования проводили с исходным раствором, без активации, затем – с раствором сразу после активации, через 2 ч., через 24 ч. и через 30 дней. Для выщелачивания была использована лабораторная мешалка (рисунок 1), которая состоит из двигателя, пропеллерной мешалки и емкости для раствора.

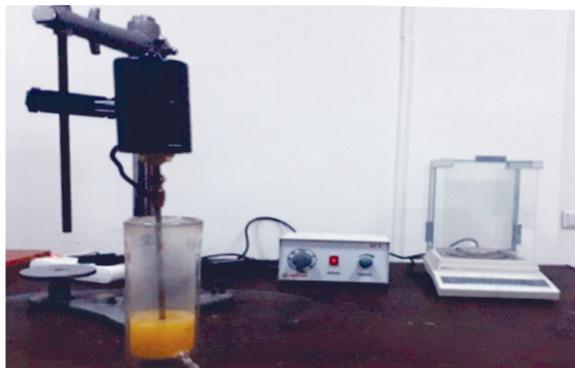


Рисунок 1 – Лабораторная мешалка

Результаты исследования. Результаты выщелачивания в течение 10 мин. и изменения активности раствора во времени представлено в таблице 1, при этом необходимо отметить, что содержание полезного компонента при проведении исследований с исходным раствором составляло 4,33 мг/л.

Таблица 1 - Изменение содержания полезного компонента в растворе во времени после активации раствора и выщелачивании 10 мин.

Содержание полезного компонента в растворе, мг/л	Время обработки кавитатором, t, мин				Время после обработки
	3	5	10	20	
С	5,08	5,1	5,17	4,33	после обработки
С	4,51	5,06	5,09	4,67	через 2 ч
С	4,55	4,91	4,78	4,55	через 24 ч
С	4,76	5,01	5,15	4,67	через 30 дн.

Анализ таблицы 1 показывает, что при активации раствора от 3 до 10 мин. и выщелачивании сразу после активации раствора, содержание полезного компонента повышается с 5,08 мг/л до 5,17 мг/л, а дальнейшая активация раствора до 20 мин., наоборот приводит к снижению содержания полезного компонента в растворе до 4,33 мг/л. Такой же характер изменения содержания полезного компонента наблюдаются и при прохождении времени после активации раствора 2, 24 ч.а и 30 дн. При активации раствора 10 мин. и выщелачивании сразу после активации раствора, содержание полезного компонента составляет 5,17 мг/л, а при выщелачивании раствором после отстаивания в течение 2 ч., 24 ч. и 30 дн., содержание полезного компонента составляло соответственно 5,09 мг/л, 4,78 мг/л и 5,15 мг/л. С течением 2 ч. и 24 ч. наблюдалось снижение содержания полезного компонента соответственно на 1,5% и 7,5%, а с течением 30 дн., активность раствора осталась без изменения. Такие же изменения содержания полезного компонента наблюдаются и при времени активации выщелачивающего раствора 3,5 и 20 мин. Среднее содержания полезного компонента в продуктивном растворе при выщелачивании с растворами сразу после активации, с течением 2, 24 ч. и 30 дн. соответственно возрастает на 13,6%, 11,6%, 8,5% и 12,9% больше, чем при выщелачивании раствором без активации. Обработкой данных таблицы получены зависимости изменения содержания полезного компонента в растворе от времени активации и выдержки раствора во времени (рисунок 2).

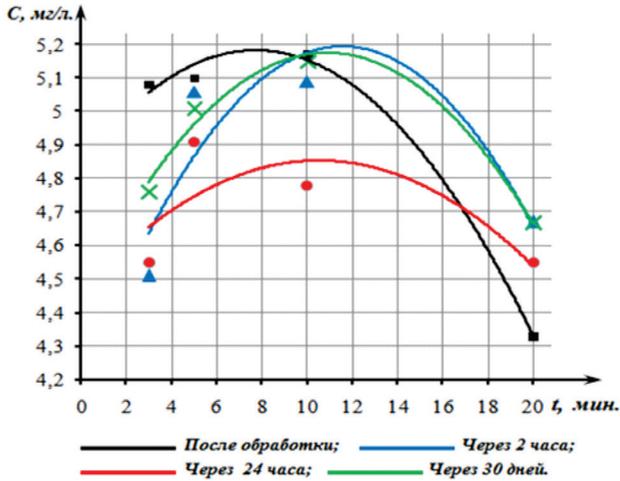


Рисунок 2 – Изменение содержания полезного компонента в растворе в зависимости от времени активации и выдержки раствора во времени при выщелачивании в течение 10 мин.

Результаты выщелачивания в течение 20 мин. и изменения активности раствора во времени представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Изменение содержания полезного компонента в растворе во времени после активации раствора и выщелачивании 20 мин.

Содержание полезного компонента в растворе, мг/л	Время обработки кавитатором, t, мин.				Время после обработки
	3	5	10	20	
C	5,18	4,90	5,29	4,60	После обработки
C	5,08	5,34	5,23	4,80	Через 2 ч.
C	4,74	5,10	5,09	4,82	Через 24 ч.
C	5,06	5,15	5,45	4,86	Через 30 дн.

Как видно из таблицы 2, при активации раствора от 3 до 10 мин. и выщелачивании сразу после активации раствора, содержание полезного компонента повышается с 5,18 мг/л до 5,29 мг/л, а дальнейшая активация раствора до 20 мин., наоборот приводит к снижению содержания полезного компонента в растворе до 4,60 мг/л. Такие же изменения содержания полезного компонента наблюдаются и при прохождении времени после активации 2, 24 ч. и 30 дн.

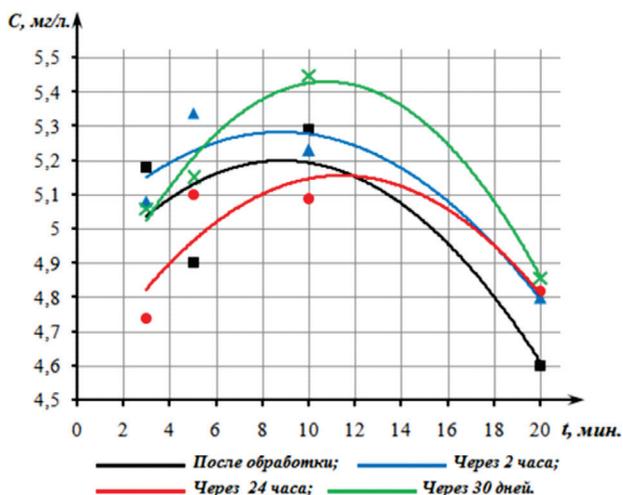


Рисунок 3 – Изменение содержания полезного компонента в растворе в зависимости от времени активации и выдержки раствора во времени при выщелачивании в течение 20 мин.

При активации раствора 10 мин. и выщелачивании сразу после активации раствора, содержание полезного компонента составляет 5,29 мг/л, а при выщелачивании раствором после отстаивания в течение 2 ч., 24 ч. и 30 дн. содержание полезного компонента составляло соответственно 5,23 мг/л, 5,09 мг/л и 5,45 мг/л. С течением 2 ч. и 24 ч. наблюдалось снижение содержания полезного компонента соответственно на 1,1% и 3,8%, а с течением 30 дн., активность раствора наоборот повысилась на 2,9%. Такие же изменения содержания полезного компонента наблюдались и при времени активации выщелачивающего раствора 3,5 и 20 мин. При обработке данных таблицы были получены зависимости изменения содержания полезного компонента в растворе от времени активации и выдержки раствора во времени (рисунок 3).

Обсуждение результатов. Таким образом, с изменением времени активации выщелачивающего раствора и с течением времени после активации до 30 дн., первичная активность раствора вначале незначительно снижалась, но сохраняла свою активность, в некоторых случаях даже немного повышалась. При этом среднее содержание полезного компонента в продуктивном растворе было выше, чем при выщелачивании с не активированным раствором.

Заключение. Активация раствора приводит к увеличению содержания полезного компонента в продуктивном растворе и ее активность сохраняется длительное время (до 30 дней) и позволяет повысить содержание полезного компонента в продуктивном растворе по сравнению с исходным раствором.

Список литературы

1 *Аренс В.Х.* Скважинная добыча полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986. [Arens V.Kh. Skvazhennaya doby`cha polezny`kh iskopayemy`kh/M.: Nedra, 1986]

2 *Голик В.И., Култышев В.И.* История и перспективы выщелачивания урана// Горный информационно-аналитический бюллетень. -2011. -№7. - С. 138–143 [Golik V.I., Kulty`shev V.I. Istoriya i perspektivy` vy`shchelachivaniya urana// Gornyy`j informatsy`onno-analicheskij byullyuten`, 2011.-N7.-s.138-143]

3 *Yusupov Kh. A., Dzhakupov D. A.* Ammonium bifluoride in chemical treatment of boreholes in in-situ uranium leaching // Gornyy zhurnal. – 2017. - № 4. - P. 57—60.

4 *Aben E., Markenbayev Zh., Khairullaev N., Myrzakhmetov S., Aben Kh.,* Study of change in the leaching solution activity after treatment with a cavitator. Mining of Mineral Deposits. – 2019. - Vol. 13. - is. 4. – P. 114-120.

5 *Armstrong D, Jeuken B,* Management of in-situ recovery (ISR) mining fluids in a closed aquifer system. Abstracts of the International Mine Water Conference (South Africa). – 2009. – P. 703-712.

6 *Пирсол И.* Кавитация / Пер. с англ. Ю.Ф. Журавлёва; Под ред. Л. А. Эпштейна. – М.: Мир, 1975. – 96 с. [Pirsol I. Kavitatsy`ya/ Per.s angl. Yu.F. Zhuravlyova, pod res. L.A. Epshtejna. -Mir, 1975.-96S.]

7 *Кнепп Р., Дейли Дж., Хэммит Ф.* Кавитация. – М.: Мир, 1974. – 678с. [Knepp R., Dejli D. Khemmit F. Kavitatsy`ya. - М.: Mir, 1974.-678 S.]

Юсупов Х.А. – доктор технических наук, член корреспондент, профессор Академии наук РК, e-mail: k.yussupov@satbayev.university

Абен Е.Х. – кандидат технических наук, e-mail: y.aben@satbayev.university

Омиргали А.К. - докторант, e-mail: armanbek@inbox.ru

Хайруллаев Н. – докторант, e-mail: khayrullaev.n@gmail.com

МАШИНОСТРОЕНИЕ

МРНТИ 55.03.99, 55.36.03

С.Т. Демесова¹, Р.А. Омаров¹, Д.Р. Омар¹, Е.С. Ержигитов¹

¹Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ТЕПЛООВОГО НАСОСА

Аннотация. Тепловой насос – техническое средство осуществляющее перенос тепловой энергии от источника к потребителю. В отличие от самопроизвольной передачи тепла, которая всегда происходит от горячего тела к холодному, тепловой насос переносит тепло в обратном направлении. Наиболее распространенная конструкция теплового насоса состоит из компрессора, теплового расширительного клапана, испарителя и конденсатора. Для эффективной и экономичной работы теплового насоса важна конструктивно-технологическая компоновка. В статье обоснован новый подход к схеме размещения основных компонентов друг относительно друга и к конструкции теплообменников испарителя и конденсатора. Принятые технические решения позволяют обеспечить саморегулируемое охлаждение компрессора, снизить непроизводительные теплотери, уменьшить габариты и материалоемкость теплового насоса.

Ключевые слова: тепловой насос, компрессор, испаритель, конденсатор, коэффициент преобразования, низкопотенциальный источник тепла, энергосбережение, энергоэффективность, возобновляемая энергетика.

• • •

Түйіндеме. Жылу сорғысы – жылу энергиясын тұтынушыға тасымалдауды жүзеге асыратын техникалық құрал. Әрқашан ыстық денеден суық денеге берілетін жылудың өздігінен берілуінен айырмашылығы сол, жылу сорғысы жылуды кері бағытта көтереді. Жылу сорғысының ең көп таралған құрылымы: компрессор, жылу кеңейту клапаны, буландырғыш және конденсатордан тұрады. Жылу сорғысының тиімді және үнемді жұмыс істеуі үшін конструктивті-технологиялық құрастыру маңызды. Мақалада бір-біріне қатысты негізгі компоненттерді орналастыру сызбасына және буландырғыш пен конденсатордың жылу алмастырғыштарының конструкциясына байланысты жаңа көзқарас негізделген. Қабылданған техникалық шешімдер компрессордың өзін-өзі реттейтін салқындатылуын қамтамасыз етуге, өндірістік емес жылу шығынын, жылу сорғысының өлшемдері мен материал сыйымдылығын азайтуға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: жылу сорғысы, компрессор, буландырғыш, конденсатор, түрлендіру коэффициенті, төмен потенциалды жылу көзі, энергия үнемдеу, энергия тиімділігі, жаңартылатын энергетика.

Abstract. The heat pump is a technical device that transfers heat energy from a source to a consumer. Unlike a spontaneous heat transfer, which always occurs from a hot body to a cold one, the heat pump transfers heat in the opposite direction. The most common design of the heat pump consists of the compressor, the thermal expansion valve, the evaporator, and the condenser. For efficient and economical operation of the heat pump, the design and technological layout is important. The article substantiates a new approach to the layout of the main components relative to each other and to the design of the evaporator and condenser. The adopted technical solutions will provide self-regulating cooling of the compressor, reduce heat waste, reduce the size and material consumption of the heat pump.

Keywords: heat pump, compressor, evaporator, condenser, conversion factor, low-potential heat source, energy saving, energy efficiency, renewable energy.

Введение. Основными требованиями конкурентоспособного развития сельского хозяйства являются не только инновационность технологий, но и энергоэффективность и экологичность процессов. Об этом свидетельствуют принятые международные программы по стабилизации климата и государственные документы Республики Казахстан в рамках данных программ [1-4]. В этой связи изыскание новых конструктивно-технологических решений тепловых насосов является актуальной темой. Тепловые насосы (ТН) используются для производства тепловой энергии [5]. Известными примерами ТН являются холодильники и кондиционеры. Они могут использоваться как для нагревания, так и для охлаждения. Когда ТН используется для нагревания, он реализует тот же тип термодинамического цикла, что и холодильник, но в противоположном направлении, высвобождая тепло в нагреваемом помещении и забирая тепло из более холодного окружающего воздуха. По прогнозам Международного энергетического агентства, ТН будут обеспечивать 30% потребностей в энергии на отопление в странах ОЭСР к 2050 году. Основу эксплуатируемого сегодня в мире парка теплонасосного оборудования составляют парокompрессионные ТН, но также используются абсорбционные, электрохимические и термоэлектрические. В экологическом плане ТН намного более «чисты», нежели самые современные высокоэффективные газовые котлы. ТН выбрасывает в атмосферу на 40% меньше CO_2 , чем газовый котел той же мощности за одинаковый период времени. Преимущественная область применения ТН – возобновляемая энергетика (ВЭ). При этом, затрачивая на

привод компрессора единицу электрической или механической энергии, ТН в среднем вырабатывает несколько единиц тепловой энергии. Кратность преобразования затрачиваемой энергии в полезную тепловую энергию является основным показателем энергетической эффективности ТН, который называется коэффициентом трансформации или преобразования.

В общем случае степень термодинамического совершенства теплонасосных систем теплоснабжения зависит от многих параметров, таких, как: мощность компрессора, качество комплектующих ТН и необратимых энергетических потерь, которые, в свою очередь, включают: потери тепловой энергии в соединительных трубопроводах; потери на преодоление трения в компрессоре; потери, связанные с не идеальностью тепловых процессов, протекающих в испарителе и конденсаторе, а также с не идеальностью теплофизических характеристик хладагентов; механические и электрические потери в двигателях и прочее. Литературный обзор и анализ показали, что одним из резервов повышения эффективности является оптимальное размещение элементов ТН. Известно, что схемы компоновки современных тепловых насосов переняты с холодильных установок и до настоящего времени принципиально не изменились. Это приводит к большим габаритам, металлоемкости теплообменников. К функциональным недостаткам следует отнести – отсутствие эффективной системы охлаждения компрессора, основного элемента ТН, потери тепла с поверхности компрессора, которое, как у холодильников, включаются в разряд естественных потерь. Новизна и эффективность подтверждена патентами РК и исследованиями [6-12]. (Статья публикуется по материалам грантового проекта бюджетной программы 217 Комитета науки МОН РК: № 1769/ГФ4 «Разработка инновационного теплового насоса для «зеленой» низкоуглеродной экономики с микропроцессорным управлением» [10]).

Материалы и методы исследований. Обзор научно-технической и патентной литературы проводился согласно требованиям СТ РК ГОСТ Р15.011-2005. Анализ источников ведущих зарубежных стран проводился по бюллетеням «Изобретения стран мира», и официальным бюллетеням государств СНГ, а также по международным базам данных ELSEVER. Определены тенденции развития отрасли и технический уровень известных разработок. На их основе обоснована конструктивно-технологическая схема

устройства. Полный объем результатов изложен в отчете о патентных исследованиях. Для анализа осуществлялся отбор литературных и патентных источников, содержащие сведения о технологиях и технических решениях ТН. Изучение состояния вопроса и систематизация базы источников проводилась по следующим вопросам:

1. Какова мировая тенденция развития по изучаемой тематике.
2. Техничко-технологические решения заслуживающие внимания.
3. Анализ, характеристика и обоснование наиболее близких прототипов.

В первую группу производился отбор источников, содержащих общие сведения, информирующие о странах партнерах и конкурентах, работающих в данной области. На их основе можно выявлять лидирующие компании, производящие ТН и теплонасосное оборудование [11-17]. На основе критического анализа сделаны конкретные выводы. Во вторую группу отобраны аналогичные исследования, проводимые зарубежными учеными, конкретно касающиеся, как технологии, так и отдельных технических решений. Поиск подобной информации следует вести по базам Springer, Elsevier, Scopus, Thompson Reuters [18-19]. В третью группу производился отбор информации из патентов и баз Springer, Elsevier, Scopus, Thompson Reuters, наиболее близких по основным признакам (прототипы), заслуживающих особого внимания по новизне подходов и решений [20-24].

На основе критического анализа обоснована технологическая схема, конструкция ТН, а также технические решения входящих в его состав устройств. Новизна технологической схемы обоснована путём сопоставления с наиболее близкой известной схемой.

Результаты и их обсуждение. В последние годы, с целью повышения энергетической эффективности внесены усовершенствования в конструкции компрессоров, теплообменников и систем управления на базе микропроцессоров. Проведены исследования надежности, подтверждающие долговечность современных ТН (рисунок 1).

Установлено, что срок службы ТН применяемых в бытовой сфере, типа «воздух-воздух», доходит до 15 лет, а типа «вода-воздух», до 19 лет. В среднем, после 10 лет работы активную работоспособность сохраняют более 80%, после 15...20 лет более 50% ТН. Основу парка ТН сегодня в мире, составляют парокompрессионные. Абсор-

бционные, электрохимические и термоэлектрические применяются очень редко. По оперативному назначению ТН делятся на три основных вида:

- для целей теплоснабжения, а также приготовления горячей санитарной воды;
- для решения двух задач тепло- и хладоснабжения;
- для одновременного выполнения комплекса функций: тепло- и хладоснабжения, утилизации избыточного тепла помещений, охлаждаемой продукции.

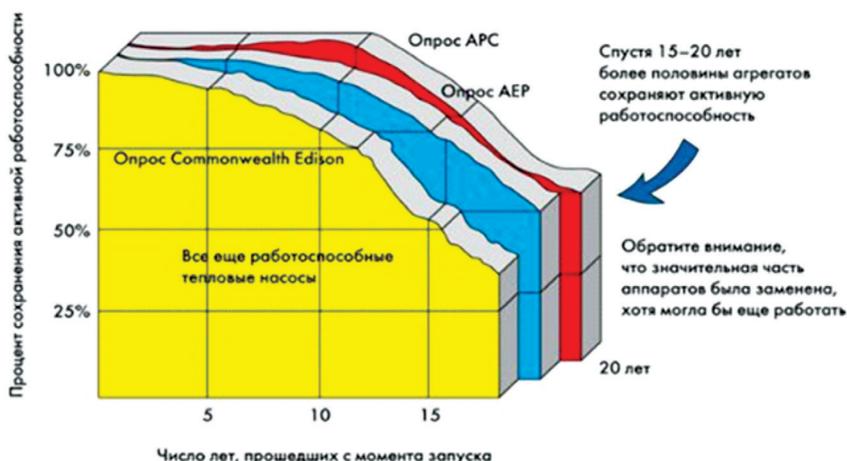


Рисунок 1 - Показатели сохранения активной работоспособности ТН с течением времени

Примерно 70% ТН, эксплуатируемых в Европе, в качестве источника используют низкопотенциальное тепло (НПТ) наружного воздуха. Также преобладают ТН геотермального типа. Они широко применяются в Швеции, Швейцарии и Австрии, с долевым соотношением, соответственно, 28, 40 и 82%. Существуют моновалентные и бивалентные теплонасосные системы. Моновалентные полностью покрывают годовую потребность в отоплении и охлаждении. Бивалентные покрывают часть потребности, а пиковая нагрузка покрывается за счет дополнительных источников, чаще всего газовых или жидко-топливных котлов. Повышение эффективности ТН достигается за счёт улучшения характеристик основных компонентов: компрессора, расширительного клапана, теплообменников, вентиляторов [18].

Важным показателем ТН является средне-сезонный коэффициент преобразования (SPF). В разрезе стран ЕС (Австрия, Финляндия, Франция, Германия, Италия, Норвегия, Швеция, Швейцария, Великобритания) он меняется от 2 до 6. Широкий диапазон значений SPF обусловлен различиями технических характеристик, метеорологических условиями [19].

Компрессор – основной элемент ТН [20]. Значительно улучшила показатель SPF замена использования для привода компрессора вместо асинхронных двигателей на двигатели постоянного тока [21]. Наиболее значимые результаты получены за счёт применения спиральных компрессоров, а также инверторного управления расходом хладагента (VFR variable flow refrigerant) [22]. При работе герметичного компрессора в номинальном температурном режиме температура рабочей обмотки электродвигателя достигает 120°C, температура всасываемых паров в цилиндре 145÷155°C, а температура сжатых паров 170÷190°C. Перегрев обмоток электродвигателя свыше 130°C приводит к преждевременному износу и сокращению срока службы. На практике применяется охлаждение герметичных компрессоров принудительным отводом тепла с поверхности кожуха путем внешнего обдува вентилятором корпуса герметичного компрессора. Но это малоэффективно, так как слабо отводится внутренне тепло. Также охлаждение осуществляется всасываемыми парами холодильного агента. Широкое распространение нашла система охлаждения масла в компрессоре, путём охлаждения масла жидким хладагентом. Охлаждение достигается испарением жидкого хладона, поступающего из предконденсатора в змеевик, который размещен в масляной ванне днища кожуха компрессора. Охлаждение масла в ванной хладоном в жидком состоянии из предконденсатора, может увеличить холодопроизводительность в пределах 3÷4,5% и коэффициент преобразования на 3÷4%. Потребляемая мощность практически остается постоянной. Температура обмотки электродвигателя понижается на 15÷20°C.

Охлаждение головки компрессора жидким хладоном из предконденсатора даёт повышение холодопроизводительности и коэффициента эффективности соответственно на 9÷16% и 15÷20%; температура обмотки электродвигателя снижается на 21÷25%, при температуре окружающей среды 32°C. Однако, изменение конструкции герметичного компрессора выполнимо только в заводских условиях. Более того, схема разрабатывалась для холодильных установок, где избы-

точное тепло удаляется в окружающую среду и не используется. Известен электронный контроль температурного режима компрессора [23]. Называется CIC System (Controlled Injection Cooling). Работа заключается в контролируемом впрыске путём непрерывного контроля температуры нагнетаемого газа. Преимущество системы CIC System заключается в отсутствии необходимости какой-либо настройки её элементов. Все параметры «защиты» в память электроники, и любые их переустановки, в том числе и несанкционированные проводимые случайными лицами, абсолютно невозможны. Вместе с тем, при проведении впрыска жидкого хладагента в полость цилиндра компрессора возникает ряд нежелательных явлений. Существует опасность, что не полностью испарившийся хладагент, попадая в цилиндры, начнет смывать со стенок масляную пленку. Это может привести к ускоренному износу стенок цилиндров.

Компанией Mitsubishi Electric разработано инверторное управление двигателем компрессора. Снижен риск замораживания и сокращено время размораживания теплообменника наружного блока, что внесло значительный вклад в повышение эффективности отопления. Высокие значения SPF достигаются обеспечением стабильной теплопроизводительности в течение отопительного сезона и регулированием оптимального потребления энергии в зависимости от изменения наружной температуры [22]. Важными компонентами ТН являются теплообменники испарителя и конденсатора, где осуществляется преобразование состояний хладагента, а также процессы теплообмена с внешними контурами – низкопотенциальными источниками тепла и потребителем тепла.

За длительный период конструкция теплообменников не претерпела существенных изменений. В известных ТН в основном применяются пластинчатые металлические теплообменники Шведской компании Alfa Laval. Они изготавливаются из нержавеющей стали и дороги. Известен ТН Yuntao Jianga (КНР) [24], в котором теплообменники изготовлены по типу «труба в трубе». Здесь, по внутренним медным трубкам циркулирует хладагент, а по межтрубному пространству, вода. В испарителе тепло передается от воды хладагенту, а в конденсаторе вода снимает тепло нагретого хладагента. Внутренние трубки, для увеличения площади теплообмена разделены на три параллельные трубки (ветки). Конструкция обеспечивает эффективную теплопередачу. Теплообмен между обменивающимися рабочими телами происходит непосредственно через тонкие стенки медных трубок.

Медные трубки, в отличие от применяемых пластинчатых теплообменников, способны выдерживать высокие давления, при минимальной материалоемкости.

Известна аналогичная конструкция ТН, где трубопроводы теплообменников конденсатора и испарителя типа “труба в трубе” уложены витками одна над другой, по винтовой линии с одинаковым средним диаметром и шагом витков. Винтовой укладкой достигается требуемая длина и площадь теплообмена трубок, при компактности конструкции [6]. Обращает внимание – компактность конструкции. Как было отмечено, ТН создавались на базе холодильников. Конструкция холодильников основана на камерном принципе. Морозильная, холодильная камеры, испаритель располагаются внутри камеры. Компрессор и конденсатор размещены снаружи. В современных ТН эта компоновочная схема сохранилась. Типичным примером может служить схема размещения компонентов теплового насоса компании ZUBADAN Inverter, показанная на рисунке 2.



Рисунок 2 –Типичная схема компоновки ТН

Недостатками использования схемы холодильников для ТН являются необходимость пространственного разделения основные компоненты между собой. Это влечет за собой рост габаритов. Также как и в холодильниках, тепло выделяющееся с поверхности компрессора удаляется в окружающую среду. В ТН, где второй основной функцией является генерирование тепла, это тепло желательно вернуть во внутренний цикл. Тем более, что его энергия существенная и достигает 10% от потребляемого ТН. Однако, гипотеза требует исследований и подтверждений. В результате проведенного обзора и анализа предложено новое техническое решение ТН, схема которого приведена на рисунке 3. Решение защищено патентом РК [7].

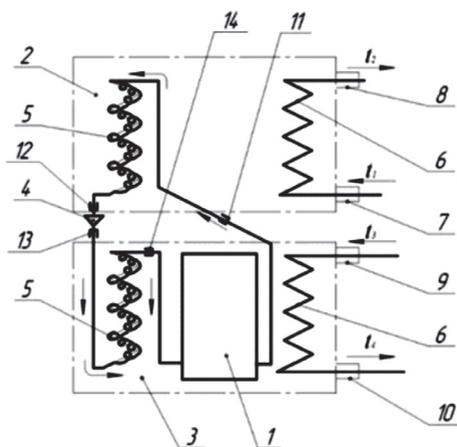


Рисунок 3 – Схема конструктивного устройства нового теплового насоса

Тепловой насос состоит из: компрессора 1, конденсатора 2, испарителя 3, дросселирующего устройства 4, где теплообменники конденсатора и испарителя, выполненные конструктивно одинаково в виде теплообменника «труба в трубе», содержат внутренний трубопровод 5, по которому циркулирует хладагент и внешний трубопровод 6 по которому циркулирует теплоноситель, омывающий трубопровод 5. При этом, внутренний трубопровод 5 выполнен в виде спирали, создавая винтовой канал для циркулирующего в межтрубном пространстве теплоносителя. Внешние трубопроводы конденсатора и испарителя снабжены патрубками для ввода 7, 9 и вывода 8, 10 теплоносителя, с условием,

что патрубки для ввода расположены со стороны выхода хладагента, а вывода, со стороны входа хладагента. Конструктивно, трубопроводы теплообменников конденсатора и испарителя уложены витками одна над другой, по винтовой линии с одинаковым средним диаметром и шагом витков, образуя цилиндрическую форму, с размещением конденсатора над испарителем, а компрессора внутри испарителя. Последовательное соединение компрессора с конденсатором, конденсатора с дросселирующим устройством, дросселирующего устройства с испарителем и испарителя с компрессором выполнены соответственно при помощи штуцерных разъемов 11, 12, 13 и 14

Работа теплового насоса осуществляется в следующей последовательности. Хладагент, являющийся основным рабочим телом, работает по известному принципу. Циркулируя по замкнутому контуру, он движется от компрессора 1, через внутренний трубопровод 6 теплообменника конденсатора 2, дросселирующее устройство 4, внутренний трубопровод испарителя 3 и возвращается обратно в компрессор в парообразном состоянии. В процессе прохождения по внутреннему трубопроводу теплообменника конденсатора нагретый хладагент отдавая свое тепло и нагревая циркулирующий в межтрубном пространстве теплоноситель, сам конденсируется. Проходя через дросселирующее устройство 4 хладагент попадает из зоны высокого давления в зону разряжения (вакуума), а именно, во внутренний трубопровод испарителя, где, закипая, превращается в пар, поглощая тепло через стенку трубопровода из теплоносителя, поступающего из низкотемпературного источника и протекающего через межтрубное пространство. Вобравший в себя тепло низкотемпературного источника парообразный хладагент попадает в компрессор, где осуществляется его сжатие, сопровождающийся нагревом. При этом, теплоноситель дополнительно вбирает в себя энергию от работы привода компрессора. Далее, хладагент обратно подается в конденсатор, где нагревает теплоноситель, циркулирующий в межтрубном пространстве и цикл снова повторяется. В результате, нагретый теплоноситель с температурой t_2 подается через выходной патрубок 8 потребителю и возвращается обратно через патрубок 7 уже охлажденным с температурой t_1 (то есть $t_2 > t_1$). Соответственно, в патрубок 9 теплообменника испарителя входит теплоноситель из низкотемпературного источника с температурой t_3 , а выводится из патрубка 10 со сниженной температурой t_4 (то есть $t_3 > t_4$). В процессе прохождения по межтрубному пространству конденсатора и испарителя теплоно-

ситель, благодаря спиральной форме внутреннего трубопровода 5, закручивается по винтовой траектории и, смешиваясь с частью потока, который проходит прямоотком, создает эффект турбулизации, интенсифицирующий теплообмен.

В предлагаемом решении сборка теплового насоса осуществляется в следующей последовательности: вначале устанавливается испаритель 3, затем размещается внутри него компрессор 1 (или наоборот), производится соединение трубопровода для хладагента при помощи разъема 14. Затем устанавливается дросселирующее устройство 4, которое соединяется при помощи разъема 13. После этого устанавливается конденсатор 2, который соединяется разъемами 11 и 12. Процесс разборки осуществляется в обратной последовательности.

Выводы. Проведенные литературный обзор, патентные исследования и анализ позволили обосновать новое техническое решение теплового насоса. В предложенном устройстве устранен ряд принципиальных недостатков присущих известным тепловым насосам. Применен новый подход к схеме размещения основных компонентов ТН. Предложены технические решения конструкции теплообменников испарителя и конденсатора. В результате, достигнута возможность уменьшить габариты, снизить металлоемкость, обеспечить саморегулируемое охлаждение компрессора. Новизна технического решения и эффективность подтверждена патентами РК и результатами исследований.

Список литературы

1 Конференция по климату в Париже (2015). [Электронный ресурс]: <https://ru.wikipedia.org>. [Konferentsy`ya po klimatu v Parizhe (2015). [Elektronny`j resurs]: <https://ru.wikipedia.org>].

2 Концепция проекта ЭКСПО-2017. [Электронный ресурс]: <http://expo2017astana.com/future-energy/zamyisel-proekta> [Kontseptsy`ya proekta EKSPО-2017, [Elektronny`j resurs]: <http://expo2017astana.com/future-energy/zamyisel-proekta>]

3 Закон Республики Казахстан. Об энергосбережении и повышении энергоэффективности: утв. 13 января 2012 г., №541-IV]. [Zakon Respubliki Kazakhstan. Ob energosberezhenii i pov`shenii energoeffektivnosti: utv. 13 yanvary 2012g. N541-IV]

4 Указ Президента Республики Казахстан. О Концепции по переходу Республики Казахстан к зеленой экономике: утв. 30 мая 2013 г., №577. [Ukaz Prezidenta Respubliki Kazakhstan. O kontseptsii po perekhodu Respubliki Kazakhstank zelyonoj ekonomike: utv. 30 maya 2013g., N577]

5 Jacobson M.Z., Delucchi M.A. Providing all global energy with wind, water, and solar power, Energy Policy. Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. Volume 39, Issue 3, March 2011, Pages 1154–1169. [Электронный ресурс]: <https://web.stanford.edu.pdf>.

6 Патент RU 2238488, МПК F25B 30/02. Тепловой насос / Коптелов А.Л.; опубл. 20.06.2004 г, Бюл. № 23. [Patent RU 2238488, МПК F25B 30/02. Teplovoj nasos/ Koptelov A.L./; opubl. 20.06.2004g., Byull.N23]

7 Инновационный патент РК 30004, Тепловой насос, МПК F24D 3/08. опубл. 15.06.2015, Бюл. №2. –3 с. [Innovatsy`onny`j patent RK 30004, Teplovoj nasos, МПК F24D 3/08. Opubl. 15.06.2015, Byull. N2.-3s.]

8 Demessova, S., Omarov, R., Results of experimental studies of a heat pump with compressor self-cooling // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development, 2020, 10(1), IJMPERDFEB202015, с. 175-184. <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100814505&tip=sid&clean>

9 Omarov, R., Stoyanov, I., Demessova, S., Experimental studies of a heat pump with microprocessor control on an animal farm // International Journal of Applied Engineering Research, 2017, 12(24), с. 14259-14267.

10 Отчет по НИР за 2017 г., МРНТИ 44.37, № гос.рег. 0115PK02200. инв. №0216PK00848; программа 055 «Научная и/или научно-техническая деятельность», подпрограмма 101 «Грантовое финансирование научных исследований» по проекту: «Разработка инновационного теплового насоса для «зеленой» низкоуглеродной экономики с микропроцессорным управлением» (заключительный). [Otchyot po NIR za 2017g. MRNTI 44.37, Ngos.reg.0115k02200 inv. N0216RK00848, PROGRAMMA 055 “Nauchnaya i/ili nauchno-tekhnicheskaya deyatel`nost””, podprogramma 101 “Grantovoe finansirovanie nauchny`kh issledovaniy” po proektu “Razrabotka innovatsy`onnogo teplovogo nasosa dlya “zelyonoy” nizkouglerodnoj ekonomiki s mikroprotsessornym upravleniem”]

11 Hawlader M.N.A., Chou S.K., Ullah M.Z. The performance of a solar assisted heat pump water heating system // Applied Thermal Engineering. –2001. – №21. – P. 1049 –1065.

12 Lu A., Chart ers W.W.S, Chaichana C. Solar heat pump systems for domestic hot water Solar Energy. –2002. –№ 73 –P. 169–175.

13 Chyng J.P. Performance analysis of a solar-assisted heat pump water heater // Solar Energy. –2003. – №74. – P. 33 –44.

14 Huang B.J., Lee C.P. Long-term performance of solar-assisted heat pump water heater // Renewable Energy. –2003. –№29. – P. 633–639.

15 Shengchun Liu, Wenkai Zhang, Ziteng Dong, Gang Sun Analysis on Several Heat Pump Applications in Large Public Buildings / Journal of Building Construction and Planning Research, 2015, 3, 136-148 Published Online September 2015 in SciRes.

16 Hans-Martin Henning and Marek Miara Systems using solar thermal energy in combination with heat pumps / November 2008, p. 8.

17 Heat Pumps IEA-ETSAP and IRENA © Technology Policy Brief E19 – January 2013 - [Электронный ресурс]: www.etsap.org - www.irena.org.

18 White book on heat pump and thermal storage systems, HPTCJ, 2007. <https://www.irena.org>.

19 *Kolokotsaa D., Rovasb D., Kosmatopoulosc E., Kalaitzakisd K.* A roadmap towards intelligent net zero- and positive-energy buildings // Solar Energy. – 2011. – Vol. 85, Is. 12. – P. 3067–3084.

20 Types of Refrigeration and Air Conditioning Compressors. <http://www.brighthubengineering.com>. 19 Инновационный патент РК 30004, Тепловой насос, МПК F24D 3/08. опубл. 15.06.2015, Бюл. №2. –3 с.

21 European Heat Pump Market and Statistics Report | Soon Available Oct. 08, 2014. [Электронный ресурс]: <http://www.ehpa.org>.

22 Тепловой насос Mitsubishi Electric ZUBADAN. [Электронный ресурс]: <http://www.mitsubishielectric.com.ua/zubadan.html>. [Тепловой насос Mitsubishi Electric ZUBADAN [Elektronny`j resurs]: <http://www.mitsubishielectric.com.ua/zubadan.html>.]

23 *Корнивец Д.* Система СИС для поршневых компрессоров «Битцер» Холодильная техника, №9, 2009, С.4-8. [Электронный ресурс]: <http://www.holodteh.ru>. [Kornivets D. Sistema SIS dlya porshnevuy`kh kompressorov "Bitser" Kholodil`naya tekhnika. [Elektronny`j resurs]: <http://www.holodteh.ru>.]

24 *Yuntao Jianga, Yitai Mab, Minxia Lib, Lin Fua* An experimental study of trans-critical CO2 water–water heat pump using compact tube-in-tube heat exchangers // Energy Conversion and Management. -2013. - №76. -P. 92–100, [Электронный ресурс]: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>.

Демесова С.Т. - докторант, e-mail: Saule.demessova@mail.ru

Омаров Р.А. - доктор технических наук, e-mail: omarov-rashit@mail.ru

Омар Д.Р. - докторант. e-mail: omardauren@gmail.com

Ержигитов Е.С. - кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: ergigitov.erken@mail.ru

С.А. Машеков¹, С.А. Акпарова¹, Э.А. Тусупкалиева¹,
Н.С. Сембаев², А.М. Секербек³

¹Казахский научно-исследовательский технический университет
им. К. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

²Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова,
г. Павлодар, Казахстан

³Казахский аграрно-технический университет им. С.Сейфуллина,
г. Нур-Султан, Казахстан

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛАХ НОВОГО ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВОГО СТАНА С ДВУМЯ ОПОРНЫМИ ВАЛКАМИ ВО ВСЕХ КЛЕТЯХ

Аннотация. В статье описан продольно-клиновый стан (ПКС) новой конструкции. Используя программный продукт конечно-элементного анализа MSC.visualNastran 4D и MSC. SuperForge провели компьютерное моделирование процесса продольной прокатки полосы и рассчитали напряженно-деформированное состояние (НДС) заготовки, а также НДС и вибрацию тяжело нагруженных элементов ПКС с двумя опорными валками во всех клетях. В результате моделирования установили, что полосы, прокатанные в ПКС с двумя опорными валками во всех клетях имеют продольную и поперечную разнотолщинность, которые являются следствием вибрации рабочего вала. Показали, что полосы, прокатанные в ПКС с двумя опорными валками во всех клетях имеют волнистую поверхность. Доказали, что при прокатке полос в ПКС с двумя опорными валками опасные вибрации не попадают в рабочий диапазон действующих внешних нагрузок, поэтому конструкция нового стана является достаточно надежной с точки зрения прочности при вибрациях. Для устранения дефекта «ребристость» предложили в последних клетях ПКС применить четыре опорных вала.

Ключевые слова: продольно-клиновый стан, валки, клетки, подшипники, напряжение, деформация, тонкая полоса, разнотолщинность, планшетность, вибрация.

• • •

Түйіндемe. Бұл мақалада құрылымы жаңа бойлық-сыналы орнақ (БСО) ұсынылған. Ақырғы элементтер көмегімен талдайтын MSC.visualNastran 4D және MSC.SuperForge бағдарламаларды қолдана отырып, жолақты бойлық илемдейтін процесі компьютерлік модельдеумен зерттедік. Барлық тұғырларында екі тіреуші пішінбіліктері бар бойлық-сыналы орнақта (БСО) илемделген дайындаманың кернеулі-деформациялы күйін (ҚДК) есептедік. Осы орнақтың ауыр жүктелген элементтерінің ҚДК және дірілдеуін анықтадық. Модельдеу нәтижесінде барлық тұғырларында екі тіреуші пішінбіліктері бар БСО илем-

делген жолақтардың қалыңдығы бойлық және көлденең бағыттарда өзгеретіні таптық. Осы бойлық және көлденең бағыттардағы алақалыңдық жұмысшы пішінбіліктердің дірілдеуінің нәтижесі екендігі мақалады анықталды. Барлық тұғырларында екі тіреуші пішінбіліктері бар БСО илемделген жолақтардың бетінде толқын сияқты бет бар екендігі жұмыста көрсетілді. Барлық тұғырларында екі тіреуші пішінбіліктері бар БСО жолақтарды илемдеген кезде пайда болатын қауіпті тербелістер, сырттан әсер ететін жүктемелерден пайда болатын тербелістерінің жұмысшы диапозонына түспейтіндігі мақалады дәлелденді. Сондықтан жаңа орнақтың құрылымы дірілге берік екендігі жұмыста табылды. Толқын түрі бар ақауды жою үшін БСО соңғы қапастарына төрт тіректі пішінбілікті орнату керек екендігі жұмыста ұсынылды.

Түйінді сөздер: бойлық-сыналы орнақ, пішінбілік, қапастар, мойынтіректер, кернеу, деформация, жұқа жолақ, қалыңдық айырмашылығы, тегістік, діріл.

• • •

Abstract. The longitudinal-wedge mill (LWM) of a new design is proposed in this article. By using the software product of finite element analysis MSC.visualNastran 4D and MSC.SuperForge we carried out a computer modeling of the longitudinal strip rolling process and calculated the stress-strain state (SSS) of a billet and also calculated the SSS and the vibration of heavily loaded elements of LWM with two support rolls in all stands. As a result of modeling, it was found that the strips rolled in a LWM with two support rolls in all stands have a longitudinal and lateral non-uniform thickness, which are the result of vibration of the working roll. It was shown that strips rolled in a LWM with two support rolls in all stands have a wavy surface. We proved that when rolling strips in a LWM with two support rolls, insecure vibrations do not fall into the operating range of existing external loads, this is why the design of a new mill is good enough from point of view of hardness when vibrating. To eliminate the “ribbing” defect, it was proposed to use four supporting rolls in the last stands of the LWM.

Keywords: longitudinal-wedge mill, rolls, stands, bearings, stress, deformation, thin strip, non-uniform thickness, flatness, vibration.

Введение. Листопркатные станы являются энергоёмким оборудованием металлургической и машиностроительной отрасли, особенно мини-заводов. В настоящее время большинство крупных и сравнительно мелких станов листовой прокатки изготавливаются по индивидуальным проектам в небольшом количестве [1]. Связано это с созданием многочисленных литейно-прокатных комплексов (ЛПК), включающих в свой состав машины непрерывного литья полос и агрегаты для прокатки непрерывно-литых полос [2-4]. Большое распространение ЛПК в странах дальнего и ближнего зарубежья связано с возможностью строительства данных комплексов за короткий срок с малым капиталовложением. При этом, в данных ЛПК применяет-

ся простая и компактная технология, а также региональное сырьё в виде металлического лома. Можно отметить, что на мини-заводах выпускается специализированный сортамент продукции, ориентированный на конкретного потребителя. Все это, а также высокая производительность, малые издержки производства, появление новых технологий, а также создание нового технологического оборудования сделала ЛПК одним из наиболее динамично развивающихся и эффективных направлений в металлургии [2-4]. Анализируя материалы, приведённые в работах [2-4] можно отметить, что конструкция станов ЛПК отличается отдельными тяжёлонагруженными узлами. Изменение конструкции отдельных узлов данных станов связано со специализированным сортаментом выпускаемой продукции, их качеством и отличительными условиями работы в зависимости от технологии прокатки. Однако, по мнению авторов, для развития ЛПК необходимо максимально упростить конструкцию листопрокатных станов с одновременным увеличением качества готовых холоднокатаных листов и полос. При этом, технологический процесс прокатки должен максимально быстро настраиваться на выпуск другой продукции. Многие конструкторы при проектировании нового прокатного стана особое внимание уделяют возможности модернизации клетей существующих прокатных станов с целью уменьшения финансовых затрат [5].

Специалисты стран ближнего и дальнего зарубежья отмечают [5], что станы, установленные в ЛПК, ударной силой действуют на прокатываемую заготовку. Это особенно проявляется при захвате заготовки валками. Действие таких сил приводит к появлению значительных по величине динамических нагрузок. Возникающие в процессе прокатки динамические нагрузки могут в несколько раз превосходить технологические нагрузки, что неудовлетворительно влияет на прочность деталей прокатного стана, точность работы механизмов и качество металлопродукции. Следовательно, динамически изменяющиеся нагрузки плохо влияют на долговечность оборудования. По мнению авторов работы [6], технологическая и эксплуатационная надёжность прокатных станов зависит от динамических процессов, проходящих в тяжёлонагруженных узлах оборудования при прокатке листов и полос из сталей и сплавов. Динамическая нестабильность в работе прокатного стана появляется из-за быстрого изменения технологических параметров, ударного замыкания зазоров, неудачной конструкции узлов клетей стана, фрикционного автоколебания, пе-

риодических силовых или параметрических возмущений, аварийной ситуации.

Необходимо отметить, что на сегодняшний день очень важным направлением улучшения технологии холодной прокатки листов и полос является повышение скорости прокатки на непрерывных автоматизированных станах [7]. При повышении скорости холодной прокатки, за счёт теплового эффекта деформации, увеличивается температура прокатываемой заготовки и тем самым уменьшается её сопротивление деформации. Сравнительно высокая температура, вследствие пластической деформации, уменьшает также наклеп металла. Вместе с тем, при *повышенной скорости прокатки* увеличивается гидродинамическое давление в масляной пленке и улучшается смазка прокатываемого металла, что снижает силу внешнего трения. Известно, что низкая величина сопротивлений деформации, наклепа металла и силы трения приводит к снижению энергосиловых параметров холодной прокатки. Однако, при прокатке большими скоростями, появляются многочисленные технологические проблемы. Среди этих проблем особенно можно отметить появление неконтролируемой резонансной вибрации в клетях стана, особенно при прокатке полос толщиной менее 0,5 мм [8-14]. Колебательные процессы оказывают разрушительное воздействие на тяжелонагруженные узлы прокатных станов, снижают производительность оборудования, вызывают обрыв полосы, отрицательно влияют на качество листовой продукции и тем самым повышают её себестоимость. При этом, увеличивается продольная разнотолщинность и периодические дефекты поверхности типа «ребристость», «поперечные темные полосы», а также повышается расход валков. В известных литературных источниках [12-15], возникновение вибрации связывают с такими явлениями как:

- биение и зазоры в подшипниках скольжения и качения;
- эксцентриситет и неуравновешенность валков;
- собственные колебания валков, их подушек, станины;
- дефекты проката на предыдущих технологических стадиях;
- фрикционные явления в подшипниках, шестеренных клетях и редукторах.

Из материалов работ [14,15] видно, что перечисленные выше факторы оказывают влияние на диапазоны частот собственных и вынужденных колебаний, возникающих в листопрокатных станах. Данные факторы на большую величину увеличивают фазы вибра-

ций. В системе клеть - валок – привод стана проявляется автоколебание. Данные незатухающие колебания, периодически действуют на стан и выводят из строя конструкцию стана. Всё это может привести к обрыву полосы, поломке рабочих и опорных валков, а также других деталей, т.е. аварии стана. В работах [11-13] отмечено, что присутствие дефектов на поверхности валков приводит к прямому воздействию данных дефектов на полосу. Это способствует передаче вибрации на следующую клеть прокатного стана. Такое эволюционное воздействие дефектов валков приводит к увеличению дефектов полосы, деталей клетей и непосредственно самих валков. На основе вышеприведенных материалов можно сделать вывод, что одним из применяемых методов снижения резонансной вибрации на различных станах является снижение скорости прокатки [8,14]. Данный метод снижает амплитуду колебаний, уменьшает среднюю рабочую скорость стана, повышает качество готовой листопрокатной продукции. Анализ публикаций последнего десятилетия, посвященных резонансной вибрации на скоростных станах холодной прокатки [9], показывает, что данная проблема может быть решена также комплексными мерами, прежде всего с использованием стационарных систем контроля вибрации оборудования клетей, включая визуальный контроль периодических дефектов на поверхности валков и полосы. По мнению авторов данных работ, возможным путём увеличения скорости прокатки и устранения дефектов полос являются:

- мониторинг и вибродиагностика состояния оборудования (валковая система, линия привода), в т.ч. и контроль на участке подготовки валков (дисбаланс, дефекты поверхности);

- изменение технологических режимов (скорость прокатки, обжатия, натяжения), в т.ч. изменение параметров и режима подачи смазочно-охлаждающих жидкостей, шероховатости и профилировки валков;

- конструктивные изменения прокатных клетей, в т.ч. применение устройств демпфирования вибраций, изменение жесткости элементов клетки. Анализируя материалы работ [16,17] можно сделать вывод, что в настоящее время не разработана очень точная теория, объясняющая причины возникновения колебательных процессов. Поэтому, на сегодняшний день, не разработаны эффективные способы, в полном объеме устраняющие вибрацию, действующую на стан. На основе вышеизложенных результатов можно сказать, что задача теоретического и экспериментального изучения вибрацион-

ных процессов в рабочих клетях различных листопрокатных станов является актуальной задачей для прокатного производства.

Цель работы - имитационным моделированием расчёт вибрации тяжело нагруженных элементов нового продольно-клинового стана с двумя опорными валками во всех клетях и на основе расчёта проведение корректировки конструкции клетей нового стана.

Оборудование, инструменты, материалы и методика исследования. Для прокатки тонких полос с точными геометрическими размерами был разработан новый пятиклетьевого продольно-клиновый стан (ПКС) не сложной конструкции [18]. Данный стан содержит рабочие клетки, электродвигатель, муфту, опорные и рабочие валки, станину, опорную плиту, имеющие от двигателя переменного тока привод клетки и содержат рабочие и опорные валки постоянного диаметра, а в последовательно расположенных клетях диаметр рабочих валков уменьшается в направлении прокатки. При этом вращение валков осуществляют через индивидуальную муфту, редуктор, шестеренную клетку и шпиндели. Следует отметить, что диаметры опорных валков равняются 150 мм, а рабочих валков первой, второй, третьей, четвертой и пятой клетки - 50, 75, 100, 125, 150 мм, соответственно. В предлагаемом стане горизонтальные оси верхних и нижних валков первых трёх клетей без нажимного механизма смещаются от оси прокатки в вертикальном направлении на величину $\Delta x_i = 0,25 \cdot k_n \cdot D_{pi} \cdot \alpha_i^2$, где D_{pi} - диаметр новых рабочих валков i -той клетки, мм; k_n - коэффициент переточки; α_i - допускаемый угол захвата для валков i -той клетки.

В работе с использованием программы конечно-элементного анализа PATRAN NASTRAN [19] разработали динамическую компьютерную модель ПКС и рассчитали прогиб, вибрацию и напряженно-деформированное состояние (НДС) тяжело нагруженных элементов клетей данного стана. При этом, как было сказано выше, исследовали ПКС с двумя рабочими и опорными валками во всех клетях. При конструировании нового стана по программе КОМПАС была создана объемная твердотельная модель отдельных деталей. Для осуществления конечно-элементного анализа применили объединение всех деталей в одно тело с помощью команд программы КОМПАС.

После создания трёхмерной модели нового ПКС, она была импортирована в систему MSC Nastran и произведено конечно-элементное моделирование процесса прокатки с принятыми кинема-

тическими связями. Выбрали материалы деталей, их механические и физические свойства. При умолчании из библиотеки конструктивных материалов программы MSC Nastran были назначены материалы некоторым деталям твердотельной модели стана. Далее сформировали кинематические и статические граничные условия, смоделировали расчетную механическую схему, включающую распределение нагрузки по ширине прокатываемого листа. Сделали подвод крутящего момента к валкам. Используя опции Mesh Seed нанесли 6-ти и 8-ми узловые объемные, конечно-элементную сетку и определили НДС. Силу трения между валками приняли равной 0,0868, а начальную температуру валков - 20°C. Оценили уровень полученных упругих деформаций и напряжений в объеме клеток относительно требуемых критериев прочности и ввели соответствующие изменения в конструкцию клеток.

В работе более детально были смоделированы опоры валкового узла клеток. Расчётная модель каждого сферического роликоподшипника включает в себя три типа деталей: наружное, внутреннее кольца и два ряда роликов по 18 в каждом. Следует отметить, что валки были закреплены на опорных шейках подшипниковых узлов по трем степеням свободы T_x , T_y , T_z . Материалом валков была принята Сталь 9X1 со следующими механическими свойствами: модуль упругости - 2,1+11 Па; коэффициент Пуассона - 0,283; модуль сдвига - 8,1839+10 Па. Материалом станины клеток выбрали сталь марки 40XC с модулем упругости 214×10³ МПа, коэффициентом Пуансона 0,3. Материалом других деталей стана была принята Сталь 45 со следующими механическими свойствами: модуль упругости - 2,034E+11 Па; коэффициент Пуассона - 0,29; плотность - 7833,394 кг/м³. Для расчета вибраций и изгиб валков нового стана, а также НДС тяжело нагруженных элементов стана и прокатываемых полос из алюминиевого сплава Д16 размером 0,7×400 мм использовали подкат толщиной $h_0 = 3,5$ мм. Прокатку полос производили при температуре 350 °C.

Задача исследования объемного НДС заготовки в процессе прокатки является достижение контактного, упругопластического, нелинейного, с учётом температурного режима деформирования, а также больших перемещений и деформаций. Для этих целей применялся программный продукт конечно-элементного анализа нелинейных, нестационарных процессов ОМД. Расчёт проводили в объемной постановке с учётом температурного поля. Трехмерная геометриче-

ская модель заготовки была построена в CAD программе Inventor, и импортирована в CAE программу MSC.SuperForge [20]. При создании конечно-элементной модели тонкого сляба, был использован трёхмерный объемный элемент CTETRA применяемый для моделирования трёхмерных тел. С целью снижения вычислительных затрат и уменьшения размерности конечно-элементной модели, необходимо уменьшать длину прокатываемой полосы на величину приблизительно $(0,3-0,5) \times b$ мм, где b – ширина прокатываемой полосы. Данное упрощение позволяет моделировать процесс прокатки на уровне установившегося режима без больших вычислительных затрат. Время расчёта процесса прокатки в каждой клети составила 30 мин. на компьютере Pentium Duo с тактовой частотой 3,4 ГГц и оперативной памятью 2 Гбайта.

В MSC.SuperForge инструменты принимаются абсолютно жёсткими и обеспечивают только свойства теплопроводности и теплопередачи, т.е. удельная теплопроводность, удельная теплоёмкость и плотность приняты во внимание, а механические свойства игнорируются. Из базы данных материалов назначили материал инструмента сталь 9X1. Для этого материала плотность и тепловые свойства программа назначены по умолчанию. Взаимодействие между жёстким валком и деформируемым материалом заготовки моделируется с помощью контактных поверхностей, которые описывают контактные условия между поверхностями валков и поверхностью сравнительно толстого листа. В процессе моделирования контактные условия постоянно обновляются, отражая вращение валков и деформацию материала, что позволяет моделировать скольжение между валком и материалом обрабатываемой заготовки. Контакт между валком и заготовкой смоделирован трением по Кулону, коэффициент трения был принят 0,3. Для прокатки полосы в первой, второй, третьей, четвертой и пятой клети, соответственно, использовали следующие исходные данные: высота полосы после прокатки – $h_1 = 2,576$ мм, $h_2 = 1,708$ мм, $h_3 = 1,148$ мм, $h_4 = 0,84$ мм, $h_5 = 0,7$ мм; единичное обжатие – $\varepsilon_1 = 26,4\%$, $\varepsilon_2 = 33,7\%$, $\varepsilon_3 = 32,8\%$, $\varepsilon_4 = 26,8\%$, $\varepsilon_5 = 16,7\%$; скорость полосы – $u_1 = 0,5$ м/с, $u_2 = 0,68$ м/с, $u_3 = 1,03$ м/с, $u_4 = 1,526$ м/с, $u_5 = 2,085$ м/с; диаметр опорного валка всех клеток – $D_{оп} = 150$ мм; диаметр рабочего валка – $D_{P1} = 150$ мм, $D_{P2} = 125$ мм, $D_{P3} = 100$ мм, $D_{P4} = 75$ мм, $D_{P5} = 50$ мм.

Результаты и обсуждение. Проведённые на конечно-элементных моделях расчёты показали, что под действием приложенных

вертикальных сил рабочие валки прогибаются в направлении действия силы. При этом шейка валков упруго деформируется в этом же направлении, причём максимальное значение суммарного поля перемещений упругих деформаций рабочих валков для первой, второй, третьей, четвертой, пятой клетки, соответственно, составляют: 0,016; 0,0094; 0,0088; 0,0094; 0,0143 мм (рисунок 1). В целом величина упругой деформации и перемещения элементов валков невелика, что свидетельствует о достаточно высокой жесткости узла валков рабочей клетки. При этом картина распределения суммарных перемещений в трёх направлениях согласуется с деформированной формой валков. Однако, суммарные перемещения по длине бочки рабочих валков распределяются неравномерно. Максимальное значение перемещения наблюдается в серединной части рабочих валков. Это может привести к образованию поперечной разнотолщинности и ухудшению планшетности прокатываемых полос. По мнению авторов образование поперечной разнотолщинности и ухудшение планшетности толщин полос не будет превышать допустимое отклонение.

На основе полученных данных отметим, что компенсацию перемещения рабочих валков клетей нового стана можно осуществлять за счёт увеличения выпуклости рабочих валков при каждой новой завалке. При этом, рабочие валки клетей нового стана необходимо готовить с профилировками 0,009 – 0,015 мм. Проведённые исследования показали, что при горячей прокатке полос из алюминиевого сплава Д16 шириной 400 мм по сечению валков не возникают большие по величине эквивалентные напряжения (рисунок 2). Максимальное напряжение по Мизесу для первой, второй, третьей, четвертой, пятой клетки соответственно составляет: 120,1; 54,7; 42,9; 37,2; 29,5 МПа. Причём максимальные напряжения возникают в шейках валков стана. Полученное максимальное значение эквивалентного напряжения не превышает максимально допустимое значение предела прочности стали 9Х1 (880 МПа). Следует отметить, что распределение запаса прочности для валков в целом удовлетворяет условие прочности, при принятом коэффициенте запаса прочности соответственно 10.

Заметим, что полученные расчетные значения эквивалентных напряжений по Мизесу не превышают верхнюю границу допускаемых контактно-усталостных напряжений. Это обстоятельство говорит о том, что даже небольшое отклонение от технологического процесса не приведёт к появлению дефектов на поверхности валков: трещин, выкрашивания, отколов.

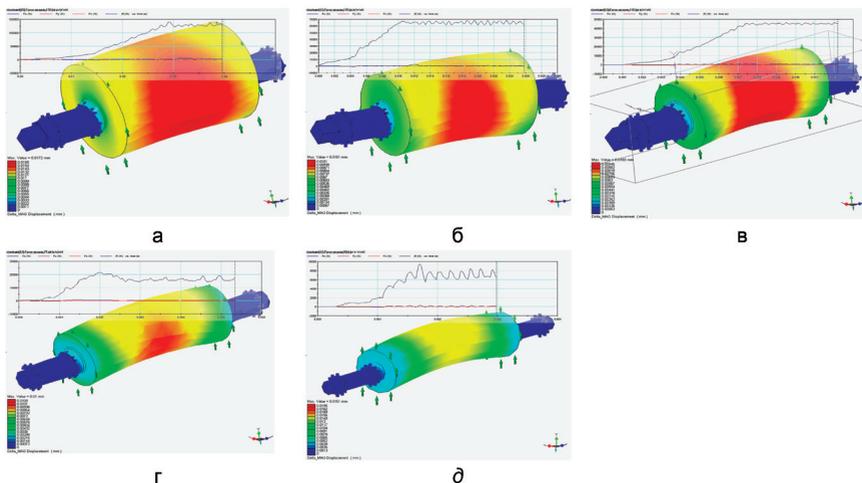


Рисунок 1 – Картина распределения суммарного поля перемещений упругих деформаций рабочих валков и колебаний усилия деформации при прокатке полос в первой (а) , второй (б) , третьей (в) , четвертой (г) и пятой (д) клетки нового продольно-клинового стана

Подушки упруго деформируются в вертикальной и горизонтальной плоскости и на небольшой угол ($\gamma_{\max} = 0,00016^\circ$) поворачиваются относительно оси прокатки. Упругое перемещение в направлении действия нагрузки для подушек, располагаемых со стороны привода вала 1,2 раза больше, чем для подушек, располагаемых с противоположной стороны вала. Известно, что при работе оборудования особенно опасными являются резонансные колебания, возникающие при совпадении собственной частоты конструкции и частоты внешних сил. Поэтому важным является определение собственной частоты и частоты внешних сил. Одним из основных возбудителей резонансных частот в конструкции прокатных станов, является рабочая частота вращения привода рабочих валков, распространяющая вибрации на стан.

Проведённые исследования показали, что конечно-элементная сетка значительно влияет на точность полученных значений собственных частот и частот внешних сил при такой сложной пространственной конфигурации прокатного стана. Установлено, что при более мелком разбиении достигается более хорошая точность полученных результатов. Однако, по мнению авторов, аппроксимация трехмерной модели нового ПКС большим количеством малых четы-

рёхузловых тетраэдров приводит к системе алгебраических уравнений большого порядка, что снижает скорость выполнения расчёта. В связи с получением таких результатов наносилось различное количество малых четырёхузловых тетраэдров на конечно-элементную модель ПКС. При этом, последовательно решались несколько задач с различными возрастающими степенями дискретизации. Считали, что в случае достижения одинаковых по величине собственных частот и частот внешних сил при последовательном изменении густоты сетки достигается рациональный уровень дискретизации. Следует отметить, что при разработке расчетной схемы, сгущенные сетки конечных элементов применялись в местах предполагаемой концентрации вибрации.

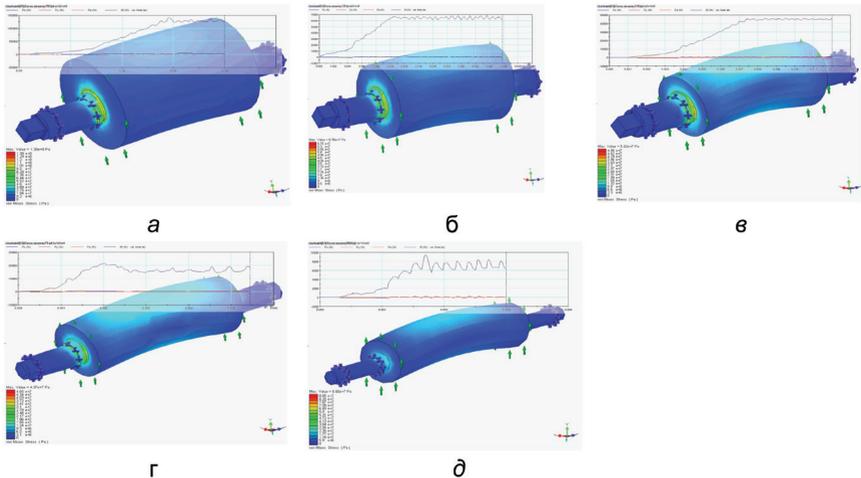


Рисунок 2 – Картина распределения эквивалентных напряжений в рабочих валках и колебаний усилия деформации при прокатке полос в первой (а), второй (б), третьей (в), четвертой (г) и пятой (д) клетки нового продольно-клинового стана

Рациональная конечно-элементная модель (КЭМ) клеток нового стана:

- 1-я клетка прокатного стана из 201745 элементов и 241923 узлов;
- 2-я клетка прокатного стана из 188505 элементов и 231688 узлов;
- 3-я клетка прокатного стана из 196113 элементов и 234545 узлов;
- 4-я клетка прокатного стана из 163409 элементов и 201421 узлов;
- 5-я клетка прокатного стана из 151501 элементов и 182875 узлов.

При этом, упругие связи между узлами клетки моделировали пружинно – демпферным элементом CBUSH со следующими свойствами:

- жёсткость по перемещениям T_x, T_y, T_z - $1, E+10$ Н/м;
- жёсткость по вращениям R_x, R_y, R_z - $1, E+8$ Н/м;
- коэффициент структурного демпфирования 0,04.

Исследованиями установлено, что при увеличении скорости прокатки на стане новой конструкции происходит сравнительно большой рост динамических нагрузок в основных узлах клеток и линии привода. Механические колебания узлов клеток и линий приводов становятся причиной появления вибрации. По мнению авторов, основными причинами возникновения вибраций являются: различные биения, а также зазоры в подшипниках; эксцентриситет и неравномерность валков, шпинделей и т.д. при повышении скорости прокатки; собственные колебания подушек валков. Результаты исследования показали, что, по сравнению с первыми тремя клетями, в последних двух клетях нового стана появляются сравнительно большие по величине вынужденные колебания, возбуждающиеся внешними периодически изменяющимися силами и скоростью прокатки (таблица 1, рисунки 1 и 2).

Таблица 1 – Величины собственных и вынужденных колебаний при прокатке полос в продольно клиновом стане с двумя станинами

№ клетки	Собственные частоты клеток стана, Гц						Частота вынужденного колебания, Гц	Запас до резонансной частоты:					
	1-ая	2-ая	3-ая	4-ая	5-ая	6-ая		1-ой	2-ой	3-ой	4-ой	5-ой	6-ой
1	15.36	30.42	60.7	90.7	122,3	153.9	3.91	3.9	7.8	15.5	23.2	31.3	39.4
2	18.63	39.36	69.6	95.7	132.4	162.8	8.74	2.2	4.5	8.0	11.0	15.2	18.6
3	23.91	53.13	84.4	114.5	144.3	174.1	12.59	1.9	4.2	6.7	9.1	11.5	13.8
4	35.63	65.7	95.8	125.8	155.7	185.3	16.83	2.2	3.9	5.7	7.5	9.3	11.0
5	44.83	74.9	106.5	134.8	164.5	194.2	19.34	2.3	3.9	5.5	6.97	8.51	10.1

На основе анализа полученных данных пришли к выводу, что главной причиной появления сравнительно повышенной резонансной вибрации в валках предлагаемого стана является отсутствие в конструкции стана достаточно жёстких опор со стороны опорных валков. Например, присутствие четырёх опорных валков позволило бы строго горизонтально расположить валки ПКС и тем самым

гасить вибрацию при различных скоростях прокатки. При этом валковые узлы должны иметь достаточно высокую жёсткость в горизонтальной плоскости. Необходимо отметить, что в исследуемом случае строго горизонтально не располагались шпиндели. Поэтому отсутствовала достаточно высокая жёсткость валков в горизонтальной плоскости. Всё вышеотмеченное привело к перемещению рабочих валков в вертикальной и горизонтальной плоскости. В результате даже небольшие зазоры между подшипниками, подушками и окнами станин, вызванные допусками посадок и износом, приводили к горизонтальным смещениям вертикальной осевой плоскости рабочих валков относительно опорных, т.е. рабочие валки оказывались в неустойчивом положении, а их оси перекашивали. Негативным последствием этого является появление непрогнозируемого колебания межвалковых зазоров. На основе численного моделирования по CAE программе MSC.SuperForge получены следующие результаты:

1. Усилия горячей прокатки, возникающие в клетях нового стана, значительно снижаются (от 2 до 10 раз) в направлении прокатки при обработке в новом стане (рисунки 1 и 2);

2. При прокатке в первой клетке интенсивности деформации (Γ) и напряжения (σ_i) в начальный момент прокатки сосредотачиваются в зонах захвата металла валками стана. С увеличением обжатия акцент Γ и σ_i переносятся от поверхности к центру и краям деформируемой заготовки. Дальнейшее увеличение обжатий приводит к более равномерному распределению Γ и σ_i в центральной зоне заготовки, а в конце прохода интенсивности деформации и напряжения сосредотачиваются в центре входной зоны очага деформации;

3. В процессе прокатки в первой клетке температура в зонах контакта «горячий металл – валки» повышается за счёт выделения тепла формоизменения и трения. Однако, в конце прохода температура заготовки понижается особенно на участках находящиеся в выходной части очага деформации;

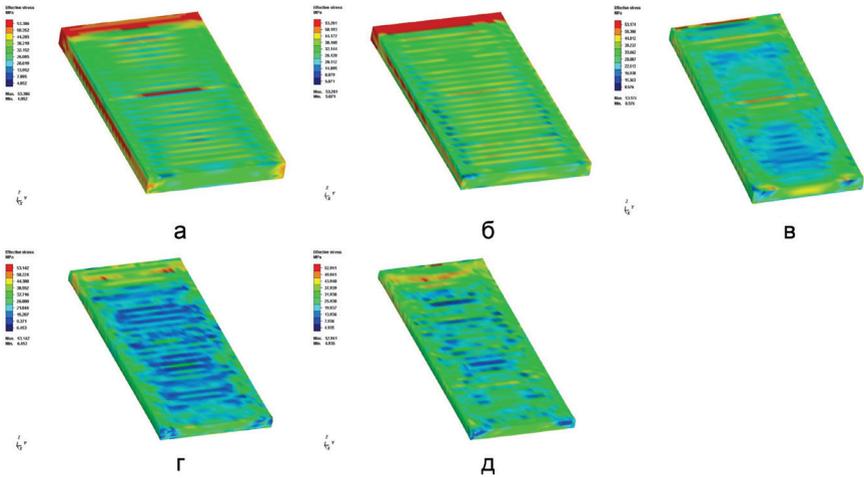
4. При прокатке во второй, третьей, четвертой и пятой клетях зоны интенсивного сосредоточения Γ и σ_i (рисунок 3) в процессе прокатки перемещаются постепенно от центра к периферийной зоне очага деформации;

5. При прокатке во второй, третьей, четвертой и пятой клетях зоны, с повышенной температурой, перемещаются вместе с очагом

деформации от начала до конца прохода. При этом охлаждаются зоны контакта деформируемого металла с валком и зоны находящиеся вне очага деформации.

Известно [7], что в прокатном производстве существенное значение имеет качество листовой продукции. При этом, на качество горяче- и холоднокатаного проката большое влияние оказывает поперечная и продольная разнотолщинность листового проката. В большинстве случаев на показатели качества полос оказывает влияние деформационно-скоростные режимы прокатки, а также напряжений и усилий. При этом, определенную роль выполняют такие технологические параметры, как профиль подката, марка стали, качество смазки, шероховатость подката и валков, упругость клетей и валков, их вибрация, мощность прокатных двигателей. Анализируя полученные данные пришли к выводу, что увеличение скорости полосы больше 5 м/с в рабочих клетях ПКС новой конструкции приводит к возникновению больших неконтролируемых высокочастотных резонансных колебаний. Данные колебания могут негативно влиять на качество поверхности горяче- холоднокатаных полос (дефект поперечная «ребристость»), приводящих к их порывам и увеличению себестоимости продукции.

При оценке собственных частот станины в сборе с валковым узлом получены следующие результаты: при прокатке в разделе «методика» приведенными скоростями прокатки возникает вертикальное колебание растяжения-сжатия стоек станины с валковым узлом и перекадиной в диапазоне частот 23-46 Гц, при этом вынужденное колебание валкового узла изменяется в диапазоне 3-13 Гц. Исследованиями установлено, что при вибрациях ПКС с двумя опорными валками во всех клетях (таблица 1) возникает дефект поперечная «ребристость», имеющая волнистую поверхность (рисунок 3). Данный дефект наблюдается как чередующиеся параллельные полосы с различными цветами. Период полос изменяется в диапазоне от 12 до 16 мм поперек направления прокатки. Изучение колебательных процессов позволило определить, что при прокатке во всех клетях предлагаемого стана появляется вибрация, что сопровождается колебаниями прокатываемой полосы в последних межклетевых промежутках. Время роста амплитуды вибрации равняется 2-3 с. Однако, величина вибрации не велика, что исключает обрыв полосы и сравнительно увеличивает точность получаемой полосы.



а – первая клеть ; б – вторая клеть; в – третья клеть; г – четвертая клеть;
 д – пятая клеть

Рисунок 3 – Форма полосы и картина распределение интенсивности напряжений при прокатке полос на продольно-клиновом стане с двумя станинами

Следует отметить, что такие факторы, как вибрация станины и валков (рисунки 1,2), дефекты валков и полосы могут накладываться друг на друга в широком диапазоне частот, что в свою очередь, способствует развитию фазы вибраций (начинают проявляться автоколебания в механической системе). Данные незатухающие колебания, поддерживаемые самой системой с определённой периодичностью, весьма плохо влияют на конструкцию стана. Всё это может привести к поломкам тяжело нагруженных элементов нового стана и тем самым к возникновению аварий на стане, таких как обрыв полосы, повреждение рабочих и опорных валков. Исследования показали, что при прокатке полос в последних двух клетях нового стана появляются сравнительно большие по величине вынужденные колебания (рисунки 1, 2). Однако их величина существенно ниже, чем при прокатке полос в существующих станах. Необходимо отметить, что наличие поверхностных дефектов валков может оказывать непосредственное воздействие на полосу и передавать вибрацию на следующую прокатную клеть. Вследствие этого может увеличиваться дефектность полосы, деталей клетей и непосредственно самих валков. На основе полученных результатов предлагается уменьшать вибрацию путем применения в последних

двух клетях четырех опорных валков. При этом, для вывода собственной частоты за рабочий диапазон предлагается изменить конструкцию ПКС путем ввода в ПКС третьей станины и применить шпиндели специальной конструкции.

Выводы. 1. Колебательные процессы, возникающие в прокатных станах, являются одной из самых распространённых проблем в современной прокатной промышленности. Они оказывают разрушительное воздействие на узлы агрегатов, а также негативно сказываются на качестве выпускаемого металла.

2. При проектировании прокатных станов необходимо оценить спектр собственных частот конструкции и со значительной долей вероятности прогнозировать риск возникновения резонансов в известном диапазоне частот внешних воздействий. Во избежание или для существенного уменьшения вероятности появления резонансов необходимо, чтобы большая часть нижних собственных частот конструкции стана не лежала в диапазоне частот внешних воздействий.

3. Самым распространённым дефектом, возникающим при вибрациях стана, является дефект «ребристость» возникающий в виде чередующиеся параллельных темных и светлых полос с периодом 10-20 мм поперёк направления прокатки. В работе для устранения этих дефектов предлагается применение четырех опорных валков.

4. При малых скоростях прокатки могут появиться дефекты смешанной формы (разнотолщинность, неудовлетворительная планшетность, различия в шероховатости, биения) имеющие различную длину волны и амплитуды, которые в определенных пределах не видимы или не оказывают возмущающего эффекта, однако могут проявляться при изготовлении готового листа соответствующей продукции.

5. На основе результатов компьютерного моделирования установлено, что в клетях ПКС новой конструкции появляются вынужденные колебания основных узлов клетей, зависящие от скорости прокатки. Резонансное явление может возникнуть, когда гармоники собственных частот становятся близкими по значению к частоте резонанса системы. Иницилирующими факторами резонанса могут быть воздействия изменяющихся сил в очаге деформации и узлах привода.

Список литературы

1 Федонин О.В., Унру С.Я., Немкин М.В., Даниленко Д.Н., Кандауров Е.Л. Перспективы развития производства холоднокатаного проката на мировом и российском рынках // *Металлург.* – 2011. – № 5. – С. 9-17. [Fedonin O.V.,

Unru S.Ya., Nemkin M.V., Danilenko D.N., Kandaurov E.L. Perspektivy` razvitiya proizvodstva kholodnokatanogo prokata na mirovom I rossijskom ry`nkakh// Metallurg, 2011.-N5.-S.9-17]

2 *Зиновьев А.В.* Технология прокатки и смотки тонких полос на литейно-прокатном агрегате// Новости черной металлургии за рубежом. 2006.- № 2.-С. 49-52. [Zinov`yev A.V. Tekhnologiya prokatki I smotki tonkikh polos na litejno-prokatnom aggregate//Novosti chyornoj metallurgii za rubezhom, 2006.-N2.-S.49-52]

3 *Салганик В.М., Гун А.С., Карандаев А.А. Радионов.* Тонкослябовые литейно-прокатные агрегаты для производства стальных полос / М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2003. – 506 с. [Salganik V.M., Gun A.S., Karandayev A.A. Tonkoslyabovuy`e litejno-prokatny`ye agregaty` dlya proizvodstva stal`ny`kh polos/ M.:MGTU im N.E. Baumana, 2003.-506s]

4 *Grydin O., Batyrshina E., Bach Fr.W.* Mathematische Modellierung des Giebens von dunnen Blechen nach dem Zwei-Rollen-Verfahren // Proc. of ANSYS Conference, 27th CADFEM Users' Meeting, Leipzig. – 2009. – №2.– S. 1-9.

5 *Гун И.Г., Салганик В.М., Пивоваров Ф.В. и др.* Тонкослябовые литейно-прокатные агрегаты: развитие технологии, компоновок и оборудования / // Черная металлургия: Бюл. НТ и ИЭ - М.: Черметинформация, 2000. - Вып. 3-4. - С. 23-25. [Gun I.G., Salganik V.M., Pivovarov F.V. I dr. Tonkoslyabovuy`e litejno-prokatny`ye agregaty`: razvitiye tekhnologii, komponovok I oborudovaniya// Chyornaya metallurgiya: Byull. NT I IE, M.: Chermetinformatsy`ya, 2000.-Vy`p.3-4.- S.23-25]

6 *Ефименко С.П., Тарасевич Ю.Ф.* Перспектива производства особотонкого горячекатаного листа // Тр. Третьего конгр. прокатчиков. - М.: Черметинформация, 2008. - С. 60-65. [Efimenko S.P., Tarasevich Yu.F. Perspektiva proizvodstva osobotonkogo goryachekatanogo lista// Tr. Tret`ego kongr. Prokatchikov.- M.: Chermetinformatsy`ya, 2008.- S.60-65]

7 *Бобих П., Бореи Р., Ротта М.* Тенденции развития технологии и оборудования для производства высококачественной полосовой стали: Тр. Четв. Конгр. прокатчиков. Магнитогорск. 16-19 октября 2001 г. М.: Черметинформация». 2002.- С. 54-57. [Bobikh P., Borej R., Rotta M. Tendentsii razvitiya tekhnologii I oborudovaniya dlya proizvodstva vy`sikokachestvennoj polosnoj stali:Tr. Chetv. Kongr.prokatchikov. Magnitogorsk. 16-19 oktyabrya 2001g., M: Chermetinformatsy`ya, 2002.- S.54-57]

8 *Веренев В.В., Большаков В.И., Крот П.В.* Исследование и разработка систем вибродиагностики прокатного оборудования // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии. Сб. научных трудов. – Вып.5. –К.: Наукова думка, 2002.– С.367–373. [Verenev V.V., Bol`shakov V.I., Krot P.V. Issledovanie I razrabotka system vibrodiagnostiki prokatnogo oborudovaniya// Fundamental`ny`ye I prikladny`ye problemy` chyornoj metallurgii. Sb. Nauchny`kh trudov.- Vy`p.5.- K.: Naukova dumka, 2002.- S.367-373]

9 *Маркушевский Н.А.* Моделирование и исследование колебательных процессов в приводах листовых прокатных станов // Современная техника и

технологии. 2015. -№ 9 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2015/09/7484>. [Markushevskij N.A. Modelirovanie I issledovanie kolebatel'ny`kh protsessov v privodakh listovy`kh prokatny`kh stanov // Sovremennaya tekhnika I tehnologii. 2015.-N9 [Elektronny` resurs]: URL: <http://technology.snauka.ru/2015/09/7484>]

10 *Кожевников А.В.* Исследование, моделирование и устранение вибраций в рабочих клетях станов холодной прокатки : Дис. ... канд. техн. наук : 05.02.13 : Череповец, 2004.- 160 с. [Kozhevnikov A.V. Issledovaniye, modelirovaniye I ustranenuye vibratsy`j v rabochikh kletyakh stanov kholodnoj prokatki: Dis. Kand,tekh.nauk: 05.02.13: Cherepovtts, 2004.- 160s.]

11 Automaticvibration analysis and trending for complex drives / G.Helekal, R.Luftensteiner, C.Riegler, H.Aigner // *Steel Technology*, October, 2002, p.43–49.

12 *Гарбер Э.А., Наумченко В.П. и др* Исследование причин возникновения колебаний в клетях непрерывных прокатных станов //Производство проката. – 2003. – №1– С. 10–12. [Garber E.A., Naumchenko V.P. I dr. Issledovaniye prichin voznikoveniya kolebanij v kletyakh neprery`vny`kh prokatny`kh stanov// Proizvodstvo prokata, – 2003. – №1– S. 10–12.]

13 *Рыбаков Ю.В., Субботин Г.Н.* Определение источников вибрации, вызывающих явление резонанса на станах холодной прокатки // Производство проката, 2003. – №10.– С. 13–16. [Ry`bakov Yu.V., Subbotin G.N. Opredelenie istochnikov vibratsii, vy`zy`, vayushhikh yavlenie rezonansa na stanakh kholodnoj prokatki // Proizvodstvo prokata, 2003. – №10.– S. 13–16]

14 *Hardwick B.R.* A technique for the detection and measurement of chatter marks on roll surfaces // *Steel Technology*, April, 2003, p.64–70.

15 *Гарбер Э.А., Наумченко В.П., Кожевников А.В., Самойлов В.И., Рыбаков Ю.В.* Исследование причин возникновения колебаний в клетях непрерывных прокатных станов // Производство проката, 2003.- №1. –С. 10-13. [Garber E.A., Naumchenko V.P., Kozhevnikov A.V., Samojlov V.I., Ry`bakov Yu.V. Issledovaniye prichin voznikoveniya kolebanij v kletyakh neprery`vny`kh prokatny`kh stanov// Proizvodstvo prokata, 2003.- №1. –S. 10-13.]

16 *Гарбер Э.А., Кожевников А.В., Наумченко В.П., Шадрунова И.А., Павлов С.И.* Исследование, моделирование и устранение вибраций в рабочих клетях станов холодной прокатки // Производство проката. 2004.– № 6. — С. 34-41. [Garber E.A., Kozhevnikov A.V., Naumchenko V.P., Shadrunova I.A., Pavlov S.I. Issledovaniya, modelirovaniye I ustranenuye vibratsy`j v rabochikh kletyakh stanov kholodnoj prokatki// Proizvodstvo prokata, 2004.– № 6.- S. 34-41.]

17 *Мальцев А.А., Русаков А.Д., Даева Н.Н.* Прогнозирование долговечности деталей главной линии “ПНК-320” // Вестник МГТУ им.Н.Э.Баумана. Сер. “Машиностроение”. 2012.- №4 - С. 86-93. [Mal`tsev A.A., Rusakov A.D., Daeva N.N. Prognozirovaniye dolgovechnosti detalej glavnoj linii “PNK-320” // Vestnik MGТУ im. N.E. Baumana. Ser. “Mashinostroyeniye”. 2012.-N4.-S.86-93]

18 Патент 20969. Непрерывный стан для прокатки полос из сталей и сплавов/ С.А. Машеков, Е.З. Нугман, А.С. Машекова, и др. //Опубл.

16.03.2009, Бюл. №3. [Patent 20969. Neprery`vny`j stan dlya prokatki polos iz stalej I splavov/ S.A. Mashekov, E.Z.Nugman, A.S. Masheкова, I dr.// Opubl. 16.03.2009, Вуul.. №3.]

19 *Рыбников Е.К., Володин С.В., Соболев Р.Ю.* Инженерные расчеты механических конструкций в системе MSC.Patran-Nastran. – М. MSC.Software Corporation, 2003. Ч.I-II. – С. 130–174. [Ry`bnikov E.K., Volodin S.V., Sobolev R.Yu., Inzhenerny`ye raschyoty` mekhanicheskikh konstruktsy`j v sisteme MSC. Patran-Nastran. Ch. . I и II. – М. MSC.Software Corporation, 2003. – 130, 174s.]

20 *Солдаткин А., Голенков Ю., и др.* Программа MSC.SuperForge как один из элементов системы виртуального производства и управления качеством изделий.//САПР и графика, 2000.- №7.- С. 11-13. [Soldatkin A., Golenkov Yu., I dr. Programma MSC SuperForge kak odin iz elementov sistemy` virtual`nogo proizvodstva I upravleniya kachestvom izdelij // SAPR I grafika, 2000.- №7.- S. 11-13.]

Машеков С.А. - доктор технических наук, профессор.

Тусупкалиева Э.А. - доктор PhD, e-mail: elatus78@mail.ru.

Сембаев Н.С. - кандидат технических наук, e-mail: n.sembaev@mail.ru

Секербек А.М. - e-mail: sekerbek.aymangul@mail.ru

Акпарова С.А. - e-mail: simba_94-25@mail.ru

А.С. Кадыров¹, Ж.Ж. Жунусбекова¹, А.А. Ганюков¹,
Э.Ж. Кызылбаева¹, Б.Д. Сулеев¹

¹Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Казахстан

САЗДЫ ЕРІТІНДІДЕ ЖҰМЫС ІСТЕЙТІН ФРЕЗЕРЛІ ЖҰМЫС МҮШЕСІН БЕРІКТІККЕ ЕСЕПТЕУ

Түйіндеме. Қазақстан Республикасында орындалатын көлемді құрылыс жұмыстарының басым бөлігі тереңдетілген және жер асты құрылыстарын салуға байланысты. Соңғы жылдардағы тәжірибе көрсеткендей, құрылыс мерзімін және осындай құрылыстарды салу құнын қысқарту мақсатында «топырақтағы қабырға» тәсілі кеңінен қолданылады. Бұл мақала саз ерітіндісінің қысымымен жұмыс істейтін жер қазатын машиналардың цилиндрлік фрезаларының беріктігін есептеу мәселелеріне арналған. Инерциялық жүктемелерді және сазды ерітіндінің қысымын ескере отырып, фрезада пайда болатын кернеудің тәуелділігі алынды. Фрезаларды дайындау сатысында беріктікке есептеу әдістемесі өзірленді. Алынған нәтижелер машиналарды жобалау кезінде қолданылады.

Түйінді сөздер: жер қазатын машиналар, цилиндрлік фрезалар, топырақтағы қабырға, жерасты құрылыстары.

• • •

Аннотация. В громадном объеме строительных работ, которые выполняются в Республике Казахстан, значительная часть связана с устройством заглубленных и подземных сооружений. Опыт последних лет показал, что в целях сокращения сроков строительства и стоимости устройства таких сооружений большое применение находит способ «стена в грунте». Данная статья посвящена вопросам прочностного расчета цилиндрических фрез землеройных машин, работающих под давлением глинистого раствора. Получены зависимости напряжений возникающих во фрезе с учетом инерционных нагрузок и давления глинистого раствора. Разработана методика прочностного расчета на стадии изготовления фрез. Полученные результаты используют при проектировании машин.

Ключевые слова: землеройные машины, цилиндрические фрезы, стена в грунте, подземные сооружения.

• • •

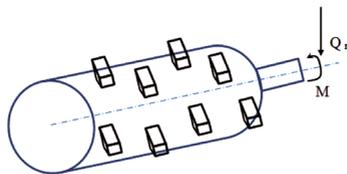
Abstract. Out of the great numbers of construction works that have been performed in the Republic of Kazakhstan, a significant part is associated with the development of buried and underground structures. The experience of recent years has shown that in order to reduce the construction time and cost of such structures, the “wall in the ground” method is widely used. This article is devoted to the issues of strength

calculation of cylindrical cutters of earthmoving machines working under pressure of clay solution. The dependences of the stresses arising in the mill taking into account the inertial loads and the pressure of the clay solution are obtained. The method of strength calculation at the mill manufacturing stage is developed. The results obtained are used in the design of the machines.

Keywords: earthmoving machines, cylindrical cutters, wall in the ground, underground structures.

Кіріспе. «Топырақтағы қабырға» әдісімен құрылыс кезінде жіңішке терең траншеяларды әзірлеу үшін цилиндрлік фрезалы машиналар кеңінен қолданылады. Топырақты қазу кезінде жер қазатын машинаның фрезерлі жұмыс мүшесі сазды ерітіндіден және кесуге кедергі күшінен жүктеуді сынайды. Машиналарды пайдалану үрдісінде фрезаның деформациясы мен бұзылуы анықталды, бұл цилиндрлік фрезаның ішкі бетін сазды ерітіндімен толтыруға және цилиндрдің ішінде орналасқан және оны айналдыруға әкелетін қымбат тұратын қозғалтқыштың істен шығуына әкелді. Осыған байланысты фрезерлік жұмыс мүшесінің конструкциясын дайындау кезеңінде оның беріктік есебін жүргізу қажеттілігі туындады.

Зерттеу әдістері. Саз ерітіндісінің қысымымен топырақты қазу кезінде жер қазатын машинаның фрезерлік жұмыс мүшесінің жүктемесінің көлемі мен сипаты көрсетіледі. Фрезерлік жұмыс мүшесі бүйір бетінде кескіштері бар болат қалың қабырғалы цилиндр болып табылады (1-сурет).



1 сурет - Цилиндрлік фреза

Сазды ерітіндінің ортасында фрезерлік типті жұмыс органы қозғалғанда, жүктеу мынадай параметрлермен сипатталады: Q -беріліс күші; M – фрезедағы айналу моменті; $P_{\text{выт}}$ – итеруші күш; mg – жұмыс мүшесінің салмағы; $P_{\text{эп}}$ – эрлифттің реактивті күші; $M_{\text{тр}}$ – үйкелістен туындаған тиксотропты ерітіндідегі фрезаның айналуына кедергі; $P_{\text{гд}}$ – гидродинамикалық көтергіш күш. Ерітіндідегі фрезаның қозғалысы кезіндегі қозғалыс кедергісі келесі өрнектермен сипатталады:

$$M_{conp} = M_{mp} + P'_{z\partial} R, \quad (1)$$

$$Q_{conp} = P_{выт} - mg - P_{эп} + P + P'_{z\partial}, \quad (2)$$

где R – фрезаның сыртқы радиусы; $P'_{гд}$ – кескіштердің айналуына кедергі күші.

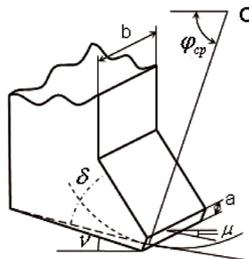
Жүргізілген тәуелділік жалпы болып табылады, яғни балшық ерітіндісі қозғалысының төрт ықтимал режимдерінің кез-келгені үшін әділ. Алғаш рет профессор Кадыров А.С. сазды ерітіндісі ортасындағы фрезерлік машиналардың жұмыс мүшелерінің қозғалысына кедергі күшін анықтау бойынша бірқатар теориялық және эксперименталдық зерттеулер жүргізді [1]. Әртүрлі ағым режимдеріне арналған сазды ерітіндінің ортасында айналмалы әсер ететін жұмыс мүшесінің кедергісінің күші алынды.

M_{conp} және Q_{conp} ерітіндісінің псевдоламинарлық қозғалысы кезінде келесі түрге ие:

$$M_{conp} = 2\pi R^2 L \mu \omega + n C_D F_{nl} \rho \frac{\omega^2 R^3}{2}; \quad (3)$$

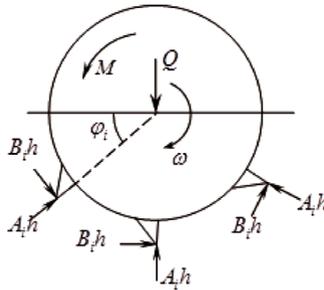
$$Q_{conp} = P_{выт} - mg - 4F_{сеч} \rho_c (V_n - V_z)^2 + \rho V F_{мид} + C_D F_{мид} \frac{V_z^2}{2}, \quad (4)$$

мұндағы L – цилиндрлік фрезаның ұзындығы; μ – ерітіндінің тұтқырлығының динамикалық коэффициенті; ω - бұрыштық жылдамдық; n – кескіштер саны; C_D - гидродинамикалық коэффициент; ρ – ерітіндінің тығыздығы; $F_{сеч}$ – қойыртпақ жүргізгіш қимасының ауданы; ρ_c – қойыртпақ тығыздығы; V_z – сызықтық жылдамдық; $F_{мид}$ – Мидель қимасы. Топырақты фрезерлеу үрдісінде фрезаға кедергі күштерімен туындаған күштер беріледі (2-сурет). Кесу күшін анықтау үшін орташаланған кескіш моделі ұсынылды [2], оның негізінде беріліс күші Q мен топырақты фрезерлеу үшін айналмалы момент M алынды.



2 сурет - Кескіш сызбасы

Фрезаның орташаланған моделі гипотетикалық кескішке келтіріледі (2-сурет). Ол кескішке белсенді беріліс күштері және кесу $P_{окр}$ күштері әсер етеді. Топырақты кесудің кедергі күші P_p , тозу алаңында пайда болатын кедергі күші $P_{изн}$ кері әсер етеді. Геометриялық орташаланған кескіш кесу бұрышымен δ , кескіштің енімен $b_{ед}$, артқы бұрышымен ν , тозу алаңының енімен a , тозу алаңының көлбеу бұрышының траекториясына жанасу бұрышымен δ_1 сипатталады. Орташаланған кескіштің жұмысы ішкі үйкеліс бұрышы, сыртқы үйкелісі μ , қиманың меншікті кедергілері $m_{св}$ және $m_{бок.ср}$ бар топырақта жүреді. Орташаланған кескіштен фрезаны жүктеуге көшу кескіштер санын z_p ескере отырып жүзеге асырылады. Беріліс күші Q және топырақты фрезерлеу үшін айналу моменті M келесі өрнектермен анықталады (3-сурет):



3 сурет - Фреза моделіне әсер ететін күштер схемасы

$$Q = Ah, \quad M = BhR, \quad (5)$$

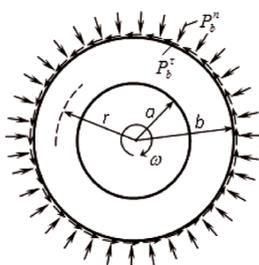
$$A = 0,5i\phi b m_{св} (1 + \eta' a) + i m_{бок.ср},$$

$$B = 0,5i\phi b m_{св} \left((1 + \eta' a) \cos \phi_{ср} + \{ctg(\delta + \mu) + \eta' actg(\delta_1 + \mu) \sin \phi_{ср}\} \right) + i m_{бок.ср} (\cos \phi_{ср} + ctg(\delta + \mu) \sin \phi_{ср}), \quad (6)$$

мұндағы A және B - топырақтың физикалық-механикалық қасиеттеріне, құрал конструкциясына байланысты фрезаның беріліс және айналу кедергісінің меншікті күштері; i - фрезедағы кескіштердің саны; $m_{св}$ - Ветров Ю.А. бойынша топырақты кесудің меншікті кедергісі; η' - кескіштің тозу алаңына тозуын ескеретін коэффициенттің қатынасына тең шама; a - тозу алаңының биіктігі; $m_{бок.ср}$ - ойықтың бүйірлік кеңейтулеріндегі топырақ үйіндісінің меншікті күші; δ - кесу бұрышы; μ - ішкі үйкеліс бұрышы; ϕ - 45° бұрышында $m_{св}$ анықтайтын коэффициент; $\phi_{ср}$ - фрезаның орташа бұрылу бұрышы.

Осылайша, жер қазу машинасының фрезерлік жұмыс мүшесі сазды ерітіндідең, итеруші күшінен және кесуге кедергі күшінен жүктеуді сынайды. Осы уақытқа дейін машиналарды жобалау кезінде саз ерітіндісінде жұмыс істейтін жер қазатын машиналардың жұмыс мүшелерін беріктікке есептеуге назар аударылмаған. Осыған байланысты топырақты фрезерлеу және сазды ерітіндіні жүктеу кедергісінің күштеріне байланысты жер қазатын машиналардың жұмыс мүшелерін конструктивтік және беріктік параметрлеріне тәуелділігін анықтау қажеттілігі туындайды. Фрезерлік жұмыс мүшесінің беріктік есебінің математикалық моделі жоғарыда көрсетілген жүктемелердің әсері салдарынан туындайтын қалың қабырғалы цилиндрдің көлденең қимасындағы қабырға қалыңдығы бойынша кернеулердің тензорының барлық компонентін, сондай-ақ фрезаның айналуынан туындайтын инерцияның центрден тепкіш күштерін есепке алуды анықтауға негізделеді. Есептеу кезінде кейбір жорамалдар қабылданды.

Атап айтқанда, қалыпты P_b^n және жанасу P_b^r жүктемелерінің цилиндрінің бүкіл ұзындығы бойынша біркелкі бөлінген әрекетіндегі қалың қабырғалы цилиндрдің жүктелу моделі қабылданды. Қабырға қалыңдығы бойынша кернеу тек радиусқа байланысты болады. Мұндай жағдайда цилиндр жазық деформация жағдайында болады, бұл цилиндрлік фрезаның бүйір қабырғаларымен қатты байланысқан тұтас түптің болмауынан мұны жасауға мүмкіндік береді. Фрезаның есептік сұлбасы 4- суретте көрсетілген.



4 сурет - Фрезаның есептік моделі

4-суретте көрсетілген инерциялық жүктемелер мен жүктеулерді есепке ала отырып, жазық кернеулі жағдайында цилиндрдің жазық қимасының кернеулі күйін анықтауға арналған аналитикалық өрнектер координаталардың полярлық жүйесінде келесі өрнектермен анықталады [3]:

$$\sigma_r = -P_b^n \frac{b^2}{b^2-a^2} \left[1 - \frac{a^2}{r^2} \right] + \frac{3+v}{8} \rho \omega^2 \left[b^2 + a^2 - \frac{a^2 b^2}{r^2} - r^2 \right],$$

$$\sigma_\theta = -P_b^n \frac{b^2}{b^2-a^2} \left[1 + \frac{a^2}{r^2} \right] + \frac{3+v}{8} \rho \omega^2 \left[b^2 + a^2 + \frac{a^2 b^2}{r^2} - \frac{1+3v}{3+v} r^2 \right], \quad (7)$$

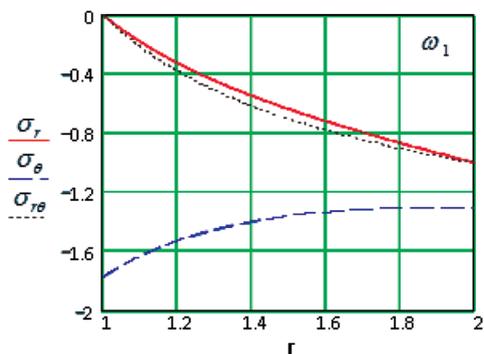
$$\sigma_{r\theta} = \frac{P_b^r}{\left(\frac{b\sqrt{2}-1}{b\sqrt{2}+1} \right)} \left[\frac{a^2\sqrt{2}}{r\sqrt{2}+1} - r\sqrt{2}-1 \right],$$

мұндағы ρ – материалдың тығыздығы; ω - фрезаның бұрыштық жылдамдығы; v - Пуассон коэффициенті. Қалыпты жүктеменің шамасына P_b^n (4) формуласы бойынша анықталатын тиксотропты ерітіндімен көрсетілетін қысым, (6) формуласы бойынша анықталатын фрезерлеу кедергісінің меншікті күші Ah кіреді. Фреза тұрақты бұрыштық жылдамдықпен айналатындықтан, инерциялық жүктемелер радиалды үлестірілген. Жанама жүктеменің шамасы (1), (2) және (3) формулалар бойынша анықталатын ағымның әр түрлі режимдерінде сазды ерітіндінің кедергі күшінен түсетін жүктемені, (6) формулалар бойынша анықталатын фрезерлеу кедергісінің меншікті күшін Bh қамтиды. Барлық көрсетілген жүктемелер цилиндрдің бүйірлік ауданына келтірілген болып табылады.

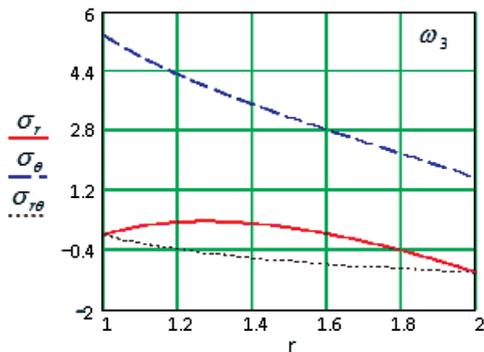
Зерттеулер көрсеткендей, аз бұрыштық жылдамдық кезінде жүктелген фрезаның кернеулігі теріс (қысқыш) болып табылады және өзінің абсолюттік шамасы бойынша ең үлкен шеңберлік кернеу σ_θ болып табылады, олар фрезаның ішкі диаметрі $r=a$ болғанда максималды мәнге жетеді (сурет 5).

Есептеулерде $b=2a$. Бұрыштық жылдамдық айтарлықтай ұлғайған кезде, топырақтың фрезерленуі орын алады, қысатын кернеулер σ_r және σ_θ оң мәндерге өтеді, яғни созылатын болады және инерциялық жүктемелермен бірге айналатын фрезаны бұзуға ұмтылады (сурет 6).

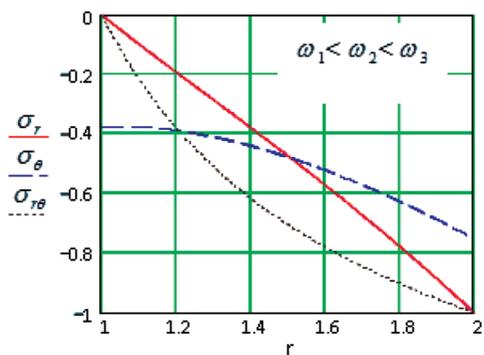
Бұл фрезаның ішкі диаметрінде жарықтың пайда болуының себебі болып табылады, онда материал пластикалық күйге ауысады және пайдалану кезінде оны біртіндеп бұзылуына әкеледі. Алайда, жүргізілген зерттеулер бұрыштық жылдамдық пен фрезаға жиынтық жүктеменің шамаларының белгілі бір оңтайлы мәндері кезінде қабырға қалыңдығы бойынша пайда болатын барлық кернеулер бір диапозонда жататынын және шамасы бойынша шағын (рұқсат етілген) болып табылатынын көрсетті (7-сурет).



5 сурет - ω шағын мәндерде фрезаның қабырғасының қалыңдығы бойынша кернеуі



6 сурет - ω үлкен мәндерде фрезаның қабырғасының қалыңдығы бойынша кернеуі



7 сурет - ω оңтайлы мәндерде фрезаның қабырғасының қалыңдығы бойынша кернеуі

Есептеу бағдарламасында беріктікті тексеру басты кернеулер негізінде материал жұмысының серпімді аймағында белгілі беріктік теориясы бойынша жүргізіледі. Бұл фрезерлік жұмыс мүшесінің жұмысының оңтайлы режимін және конструктивтік ерекшеліктерді таңдап алуға мүмкіндік берді, фрезерлік жұмыс органын үнемді және берік етеді, осылайша жер қазатын машина қозғалтқыштарының энергия шығындарын төмендетеді. Цилиндрлік фрезаларды беріктікке есептеудің инженерлік әдістемесі жұмыс нәтижесі қабырғаның берілетін қалыңдығы және жер қазатын машинаның оңтайлы жұмыс режимі болып табылатын қолданбалы бағдарламалар пакеті түрінде іске асырылды.

Қарытынды. лынған нәтижелер УТФ-2 жобалау кезінде қолданылды. УТФ-2 қондырғысы (8 сурет) ЭО-5122 экскаватор базасында қысымды грейферге аспалы жабдық түрінде орындалған. Ол I-IV санаттағы топырақта тереңдігі 5 м дейін кең таралған негіздегі траншеялар мен кеңейтілген негіздегі ұңғымаларды қазуға арналған. УТФ-2 қондырғысы арынды грейфер штангасының төменгі шеті бар саусақты фланец арқылы қосылған екі фрезерлі жұмыс мүшесінен тұрады. Топырақ бұзушы фрезалар жұмыс мүшесінің корпусында орналасқан планетарлық және конустық берілістер арқылы гидромоторлардан бөлек жетегі болады. Фрезалары бар жетектердің корпустары осьте бекітілген және өзара тартумен байланысқан. Тартым төмен қозғалғанда фреза гидроцилиндрінің күші әсерінен фрезалар қозғалады. Фрезерлік жұмыс мүшесінің гидрожүйесін қоректендіру базалық машинадан жүзеге асырылады. Фреза кескіштерін қарсы алу кезінде жетектің шамадан тыс жүктелуін болдырмау үшін гидрожүйеге жұмыс сұйықтығы ағынын бөлгіш және сақтандырғыш клапандар қосымша енгізіледі. Фрезалардың айналу жиілігі және олардың қозғалу жылдамдығы машинист кабинасында орнатылған дроссельдермен реттеледі. Аспапты кенжарға беру базалық машинаны беру механизмімен орындалады.

Әдебиеттер

1 Кадыров А.С., Мулдағалиев З.А., Нурмаганбетов А.С., Курмашева Б.К., Жунусбекова Ж.Ж. Теоретические основы проектирования и расчета бурильных и фрезерных землеройных машин. – Караганда, Изд. Болашак-Баспа, 2010. – 22 с. [Kadyrov A.S., Muldagaliyev Z.A., Nurmaganbetov A.S., Kurmasheva B.K., Zhunusbekova Zh.Zh. Teoreticheskie osnovy

proektirovaniya i raschyota buril`ny`kh I frezerny`kh zemlerojny`kh mashin, izd. Bolashak-Baspa, Karaganda, 2010.-22s.]

2 Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. - М.: Машиностроение, 1990. - 360 с. [Fyodorov D.I. Rabochie organy` zemlerojny`kh mashin.- М: Mashinostroeniye, 1990.-360s.]

3 Zhunusbekova Zh. Zh., Kadyrov A. S. Study of digging machine flat element loading in clay solution // Scientific Bulletin of National Mining University Scientific and technical journal. - Dnipropetrovsk, State Higher Educational Institution "National Mining University": - 2016. - No 2 (152). – S. 30-34.

Кадыров А.С. - доктор технических наук, профессор

Жунусбекова Ж.Ж. - доктор PhD, e-mail: zhzhzh_84@mail.ru

Ганюков А.А. - доктор PhD, e-mail: sgn2002@mail.ru

Кызылбаева Э.Ж. - доктор PhD, e-mail: elvirakiz@mail

Сулеев Б.Д. - доктор PhD, e-mail: culeev_bahtiyar@mail.ru

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

МРНТИ 68.35.29

А.М. Абдуазимов¹

¹Научно-исследовательский институт зерна и зернобобовых культур,
Кашкадарьинский филиал, г. Карши, Узбекистан

ЗНАЧЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. Регулярный рост населения мира и нехватка воды в орошаемом земледелии на фоне глобального изменения климата является актуальной проблемой для удовлетворения спроса населения на зерновые продукты. Это может быть достигнуто путём выращивания быстро созревающей яровой пшеницы за короткий период времени и создания интенсивных сортов. Актуальным и приоритетным является поиск сортов-доноров по качеству зерна для применения их в качестве исходного материала по дальнейшему совершенствованию местного агроэко типа яровой мягкой пшеницы путём создания новых сортов. Основными показателями, характеризующими хлебопекарные качества пшеницы, являются количество и качество клейковины в зерне. По результатам исследований выявлено перспективные сорта-источники, сочетающие адаптивность с комплексом показателей качества зерна, следует признать сорта Kr-SpR2014-14, Kr-SpR2014-22, Kr-SpR2014-4, Kr-SpR2014-6, Kr-SpR2014-19, Kr-SpR2014-10, Kr-SpR2014-15.

Ключевые слова: селекция, яровая мягкая пшеница, качество зерна, показатель седиментации, клейковина, протеин.

• • •

Түйіндеме. Жаһандық климаттың өзгеруі аясында әлем халқының тұрақты өсуі және суармалы егіншілікте судың жетіспеуі халықтың астық өнімдеріне деген сұранысын қанағаттандырудың өзекті мәселесі болып табылады. Бұған қысқа мерзімде тез пісетін жаздық бидайды өсіру және интенсивті сорттарын құру арқылы қол жеткізуге болады. Жаңа сорттарды құру арқылы жаздық бидайдың жергілікті агроэко типін одан әрі жақсарту үшін, бастапқы материал ретінде пайдалану үшін астық сапасы бойынша донорлық сорттарды іздеу кезек күттірмейтін басты міндет болып табылады. Бидайдың пісіру сапасын сипаттайтын негізгі көрсеткіштер – дәндегі глютеннің мөлшері мен сапасы. Зерттеу нәтижелері бойынша дән сапасының индикаторлар кешенімен үйлесімділікті үйлестіретін перспективалы бастапқы Kr-SpR2014-14, Kr-SpR2014-22, Kr-SpR2014-4, Kr-SpR2014-6, Kr-SpR2014-19, Kr-SpR2014-10, Kr-SpR2014-15 сорттарын мойындау қажеттігі анықталды.

Түйінді сөздер: селекция, жаздық жұмсақ бидай, бидай сапасы, тұндырып бөлу көрсеткіші, дән желімшесі, протеин.

Abstract. Steady growth of the world's population and lack of water in irrigated agriculture amid global climate change is an urgent problem to meet the population's demand for grain products. This can be achieved by growing fast-ripening spring wheat in a short period of time and creating intensive varieties. The search for donor varieties by grain quality for their use as a starting material for the further improvement of the local agroecotype of spring common wheat by creating new varieties is topical and high-priority. The main indicators characterizing the baking qualities of wheat are the quantity and quality of gluten in the grain. According to the research results, promising source varieties combining adaptability with a complex of grain quality indicators should be recognized the varieties of Kr-SpR2014-14, Kr-SpR2014-22, Kr-SpR2014-4, Kr-SpR2014-6, Kr-SpR2014-19, Kr-SpR2014-10, Kr-SpR2014-15.

Keywords: selection, spring soft wheat, grain quality, sedimentation index, gluten, protein.

Введение. Во всем мире около 8 млн.га земли были орошаемы-ми в начале XIX в., 40 млн. га в начале XX в. и 100 млн. га в середине века. К XXI веку орошаемое земледелие превысило 280 млн.га. Это составляет 16% от общей площади пахотных земель. Ожидается, что повышение глобальной температуры воздуха на период с 2016 по 2035 г. составит примерно 0,7°C и примерно на 2°C данный показатель увеличится к 2081 г., по сравнению с показателем за 1986-2005 г. За последние 50 лет население мира выросло в 2,2 раза до 6,5 млрд. человек. Потребность в воде увеличилась в 2,6 раза, откуда 80% (2504 км³) используется в сельскохозяйственных целях. Сегодня 2 млрд. человек в мире страдают от нехватки воды. По данным исследователей, к 2025 г. 7,5 млрд. человек будут в тяжелом положении из-за нехватки воды, а производство зерна и бобовых в сельском хозяйстве уменьшится на 25% [1].

Изменение климата вызывает значительные изменения в природных системах во всех океанах и континентах мира. По мнению экспертов, со следующего десятилетия могут начаться необычные процессы, связанные с временами года. Например, место суровой зимы внезапно заменит жаркое лето. Вероятно, что даже перепады (изменения) температуры между ночью и днём будут происходить всё чаще и чаще. Другими словами, неудивительно, что в течение всего года будут господствовать только зима и лето. В мире яровая пшеница выращивается в основном в Южной Азии, Северной Африке, на Ближнем Востоке и в более низких широтах [2,3]. В последние годы в условиях

изменения климата произошло сокращение полей озимой пшеницы и увеличение полей яровой пшеницы. В частности, доля яровой пшеницы в США, Канаде, Мексике, Китае и Восточной Азии составляет 30-35%. В России в 2019 г. яровая пшеница занимала 43,7% (12,3 млн. га) от общей посевной площади, отведённой под зерновые [3].

Следует отметить, что в Узбекистане до сегодняшнего дня в основном возделывалась только озимая пшеница, теперь же уделяется внимание налаживанию возделывания и производства яровой пшеницы. Качество зерна в первую очередь определяет товарность продукции. Именно изменчивость погодных условий является главной причиной нестабильности качества зерна. Качество зерна во многом, кроме условий возделывания, уборки, хранения и переработки зерна, определяются сортовыми особенностями [2]. Однако если сорт яровой пшеницы не имеет высокого потенциала качества зерна, не сохраняет свои ценные свойства, с помощью агротехники достаточно сложно решить проблему производства сильной и ценной пшеницы [3].

Материал и методика. Объектом исследований были 20 сортов яровой мягкой пшеницы различного экологического происхождения. Государственной комиссией по сортоиспытанию стандартным сортом по яровой мягкой пшенице в Кашкадарьинской области принят сорт Хазрати Башир. Исследования проводились на опытном участке Кашкадарьинского филиала института зерна и зернобобовых культур в 2014–2015 гг. Годы исследований по гидротермическим условиям для роста и развития яровой мягкой пшеницы характеризовались как благоприятные (2015 г.) и засушливый (2014 г.). Оценку сортов по показателям качества зерна проводили в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания. При оценке качества зерна сортов яровой пшеницы, в данном исследовании определяли: массу 1000 зёрен, стекловидность, показатель седиментации в уксусной кислоте (по А. Я. Пумпянскому), твердозёрность, по соотношению величин набухания мелкой и крупной фракции муки, натуре зерна, качеству клейковины по времени брожения теста (микро-методом Пельшенке), количеству и качеству сырой клейковины, содержанию сырого протеина и по содержанию общего азота (методом Кьельдаля). Математическую обработку экспериментальных данных осуществляли методом вариационного, дисперсионного и корреляционного анализов по Б. А. Доспехову на ПЭВМ по программам из пакета анализ для Microsoft Office Excel 2010 [1].

Результаты и обсуждение. Технологические свойства, прежде всего, обуславливаются выполненностью и крупностью зёрен. Крупность и выполненность зерна предопределяет мукомольные качества пшеницы (выход муки), которые в свою очередь зависят от массы 1000 зёрен и натуры зерна.

Таблица 1 - Показатели качества зерна лучших сортообразцов яровой мягкой пшеницы, в среднем за 2014–2016 гг.

Сорт	Масса 1000 зёрен, г	Стекловидность, %	Натура, г/л	Содержание клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК	Содержание протеина, %
SANZAR-4	36,5	56,3	823,0	31,2	91,2	14,3
Kr-SpR2014-2	36,6	55,8	807,0	34,7	103,6	18,0
Kr-SpR2014-8	35,3	54,8	811,4	31,7	104,1	17,0
Kr-SpR2014-15	36,9	47,3	771,3	30,6	99,4	16,2
HAZRATI ESHIR	35,8	66,0	832,8	31,9	100,2	15,7
Kr-SpR2014-3	35,4	45,0	808,3	32,7	107,2	16,5
Kr-SpR2014-9	36,3	52,3	773,7	23,3	96,0	15,4
Kr-SpR2014-19	37,5	63,5	832,9	29,1	92,5	14,6
JANUB GAVHARI	37,9	55,0	806,0	31,4	101,3	15,1
Kr-SpR2014-4	38,3	69,8	803,1	31,6	86,0	16,4
Kr-SpR2014-10	37,4	72,3	839,4	31,9	89,9	15,9
Kr-SpR2014-20	36,3	76,0	843,8	30,6	89,1	14,3
Kr-Sp/2010/59	40,0	59,0	814,9	27,3	94,4	13,8
Kr-SpR2014-6	37,9	48,5	810,3	33,1	108,4	16,3
Kr-SpR2014-13	34,9	63,0	813,1	31,3	81,3	15,1
Kr-SpR2014-21	35,3	49,5	801,7	25,2	80,6	15,3
ATTILLA-7	35,1	49,8	816,1	28,1	93,8	14,0
Kr-SpR2014-7	34,9	71,5	822,4	27,6	102,6	14,8
Kr-SpR2014-14	43,7	46,0	816,6	32,2	92,6	16,3
Kr-SpR2014-22	41,2	43,3	822,4	27,6	93,8	13,9

Различия между изучаемыми сортами по массе 1000 зёрен были значительными от 34,9 г до 43,7 г (таблица 1), по годам

данный показатель варьировал от 5,25 до 8,08%, т. е. сортовые различия оказались более существенными. Так как связь между массой 1000 зёрен и урожайностью в наших исследованиях имела положительную корреляцию ($r = +0,2$) (таблица 2), то необходимо выделить сорта, которые превосходили стандартный сорт Хазрати Башир (35,8 г) по массе 1000 зёрен. В качестве сортов-источников по крупности зерна следует выделить Kr-SpR2014-14 (43,7 г), Kr-SpR2014-22 (41,2 г), Kr-Sp/2010/59 (40,0 г), Kr-SpR2014-4 (38,3 г), Kr-SpR2014-6 (37,9 г), JANUB GAVHARI (37,9 г), Kr-SpR2014-19 (37,5 г), Kr-SpR2014-10 (37,4 г), Kr-SpR2014-15 (36,9 г).

Натура зерна - один из важных признаков, характеризующий наполненность зерна. Для мягкой пшеницы первого класса минимальный показатель составляет 750 г/л (ГОСТ 9353-90). В среднем по сортам натура зерна изменялась от 771,3 (Kr-SpR2014-15) до 843,8 г/л (Kr-SpR2014-20). Большинство сортов имели высокую натуру зерна. В благоприятные условия при наливе зерна (2014–2015 гг.) сорта JANUB GAVHARI и Kr-Sp/2010/59 формировали высоко натурное зерно: в среднем за 2 года она составила 806 г/л (JANUB GAVHARI) и 814,9 г/л (Kr-Sp/2010/59). В исследованиях установлена положительная корреляционная связь натуры зерна с массой 1000 зёрен ($r = +0,06$), стекловидностью ($r = +0,55$) и урожайностью зерна ($r = +0,23$). Основными показателями, характеризующими хлебопекарные качества пшеницы, являются количество и качество клейковины в зерне. По результатам исследований выявлено, что все сорта сформировали зерно с высоким содержанием сырой клейковины (таблица 1). Следует выделить сорт Жануб Гавхари, который по содержанию клейковины отвечал требованиям ГОСТа для сильной пшеницы. Это указывает на толерантность данного сорта к патогену.

По качеству клейковины сорта в основном формировали удовлетворительно слабую клейковину (II группа качества). По результатам корреляционного анализа данных выявлено, что содержание клейковины в положительной взаимосвязи находится с его качеством ($r = +0,35$), с содержанием сырого протеина в зерне ($r = +0,60$) и показателем седиментации ($r = +0,38$). Поэтому следует выделить сорта, которые совмещали высокое содержание клейковины с качеством, отвечающим требованиям сильных пшениц. К числу таких сортов отнесены Kr-SpR2014-21, Kr-SpR2014-13, Kr-SpR2014-4, Kr-SpR2014-20, Kr-SpR2014-10 (I группа качества) (таблица 1).

Таблица 2 - Коэффициенты корреляции показателей качества зерна с урожайностью яровой мягкой пшеницы, в среднем за 2014-2015 гг.

Показатели корреляции	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зёрен, г	Стекловидность, %	Натура, г/л	Содержание клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК
Масса 1000 зёрен, г	0,20					
Стекловидность, %	-0,08	-0,28				
Натура, г/л	0,23	0,06	0,55			
Содержание клейковины, %	-0,15	0,07	0,10	0,27		
Качество клейковины, ед. ИДК	-0,34	-0,07	-0,29	-0,16	0,35	
Содержание протеина, %	-0,29	-0,07	-0,14	-0,33	0,60	0,40

Как дополнительный показатель качества клейковины использовалось тест-число. Тест-число у всех сортов имело высокие показатели. Данный показатель проявил слабую положительную связь с твердозёрностью ($r = +0,40$). Содержание клейковины было в положительной связи с содержанием сырого протеина в зерне ($r = +0,60$). Наибольшее содержание сырого протеина в зерне отмечено у стандартного сорта Хазрати Башир (15,7%), а также у Kr-SpR2014-2 (18,0%), Kr-SpR2014-8 (17,0%), Kr-SpR2014-3 (16,5%), Kr-SpR2014-4 (16,4%).

Выводы. Таким образом, по результатам проведенных исследований как перспективные сорта-источники, сочетающие адаптивность с комплексом показателей качества зерна, следует признать сорта Kr-SpR2014-14, Kr-SpR2014-22, Kr-SpR2014-4, Kr-SpR2014-6, Kr-SpR2014-19, Kr-SpR2014-10, Kr-SpR2014-15. Кроме того, ценным исходным материалом по белку в условиях

южного региона Республики Узбекистана являются Жануб Гавхари, Kr-Sp/2010/59 и Kr-SpR2014-2.

Список литературы

1 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. [Dospekhov B.A. Metodika polevogo opy'ta, M: Kolos, 1979]

2 Пумпянский А.Я. Технологические свойства мягких пшениц. Л.: Колос, 1971. [Pumyanskij A.Ya. Tekhnologicheskiye svoystva myagkikh pshenits. L: Kolos, 1971]

3 Пшеницы мира / под ред. Брежнева Д.Д.. Л.: Колос, 1976. [Pshenitsy` mira /pod red. Brezhneva D.D., L.: Kolos, 1976]

Абдуазимов А.М. – научный сотрудник, PhD,
e-mail: akbar.abduazimov@mail.ru

А.Ж. Хастаева¹, Н.Ж. Муслимов¹, Н.Е. Альжаксина¹

¹Казахский научно - исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Нур-Султан, Казахстан

СОСТАВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОКА КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ И АЛАТАУСКОЙ ПОРОДЫ

Аннотация. В условиях рыночной экономики для хозяйств – поставщиков молока решающую роль играет цена реализации, а для перерабатывающих предприятий ключевым вопросом является качество. Молочное скотоводство было и остается важнейшей отраслью народного хозяйства в обеспечении населения биологически полноценными продуктами питания. Приведены результаты исследований физико-химического состава молока коров голштинской и алатауской породы Республики Казахстан, дана его сезонная динамика. В работе приведён один из подходов идентификации жирных кислот с помощью газовой хроматографии. Определение состава жирных кислот на сегодняшний день является гарантом качества при выявлении различных конформаций и модификаций молочного жира, биоактивных свойств отдельных кислот семейства омега-3 и омега-6 и т.д. Результатами исследований установлено, что порода и сезон существенно влияет на физико-химические показатели молока и на содержание жирных кислот в липидах.

Ключевые слова: жирно-кислотный состав, жир, белок, сезон, порода.

• • •

Түйіндеме. Нарықтық экономика жағдайында сүтті жеткізуші шаруашылықтар үшін өткізу бағасы шешуші рөл атқарады, ал өңдеуші кәсіпорындар үшін басты мәселе сапа болып табылады. Сүтті мал шаруашылығы халықты биологиялық толыққанды азық-түлікпен қамтамасыз етуде халық шаруашылығының аса маңызды саласы болды және болып қала береді. Қазақстан Республикасының голштин және Алатау тұқымды сиырлар сүтінің физикалық-химиялық құрамын зерттеу нәтижелері көрсетілген. Оның маусымдық динамикасы берілген. Жұмыста газ хроматографиясының көмегімен май қышқылдарын идентификациялау тәсілдерінің бірі келтірілген. Май қышқылдарының құрамын анықтау бүгінгі күні омега-3 және омега-6 және т.б. топтарындағы сүт майының әртүрлі конформациялары мен модификацияларын, жеке қышқылдардың биоактивті қасиеттерін анықтау кезінде сапа кепілі болып табылады. Зерттеу нәтижелері бойынша тұқымы мен маусымы сүттің физикалық-химиялық көрсеткіштеріне және липидтердегі май қышқылдарының құрамына айтарлықтай әсер ететіні анықталды.

Түйінді сөздер: май қышқыл құрамы, май, ақуыз, маусым, тұқым.

Abstract. In a market economy, the price of sales plays a crucial role for farms that supply milk, while quality is a key issue for processing enterprises. Dairy cattle breeding has always been one of the most important branch of the national economy in providing consumers with biologically complete food. The article sets forth the physical and chemical composition of milk from Kazakh Holstein and Alatau cows, and also the article gives its seasonal dynamics. This paper presents one of the approaches to identify fatty acids using gas chromatography. Determination of the composition of fatty acids today is a guarantee of quality in identifying various conformations and modifications of milk fat, bioactive properties of individual acids of the omega-3 and omega-6 families, etc. The results of research have shown that the breed and season significantly affect the physical and chemical parameters of milk and the content of fatty acids in lipids.

Keywords: fatty acid composition, fat, protein, season, breed.

Введение. Состав и качество молока имеет определяющее значение при производстве продуктов его переработки. Состав молока весьма вариабелен в зависимости от условий разведения и кормления, стратегии управления стадом, стадии лактации и сезона года. По данным Lindmark Mansson [1] коровье молоко содержит около 87% воды, 4,6% лактозы, 3,4% белка, 4,2% жира, 0,8% минеральных веществ и 0,1% витаминов. Высокая питательная ценность молока обусловлена не только содержанием в нём белковых веществ, жира, углеводов, минеральных солей и благоприятным их соотношением, но и специфическим составом указанных компонентов. Фактически нет другого пищевого продукта, который по питательной ценности равен молоку. В 1 л молока содержится: 32 г белка, что соответствует количеству его в четырех-пяти куриных яйцах, 32 г молочного жира, что соответствует 36 г сливочного масла, 48 г молочного сахара, что эквивалентно калорийности 12 кусков сахара, а также минеральные соли и почти все известные витамины, необходимые организму человека любого возраста [2]. Кроме того, химический состав и качество молока не только являются основной его пищевой и биологической ценностью, но и влияют на технологические свойства, выход и качество готовой продукции, определяют его цену. В значительной степени величину надоев и качественные показатели получаемого молока (вкус, жирность, содержание белка) определяет питательная ценность корма. В свою очередь количество и качество молока являются

важнейшими факторами повышения рентабельности молочного скотоводства [3].

Материалы и методы. Состав и технологические свойства молока в сравнительном аспекте изучены на голштинской и алатауской породе коров. Экспериментальный материал состоял из 80 отдельных проб молока двух пород: 40 голштинской и 40 алатауской, исследованных в течение года (с января 2018 г. по январь 2019 г.). Пробы молока выбраны, чтобы дать общую картину состава молока с учётом породных и сезонных условий. Физико-химические показатели и технологические свойства определяли в индивидуальных пробах подопытных животных каждой группы по общепринятым методикам: жир (%), белок (%), лактоза (%), соматические клетки (тыс/см³) определяли в лаборатории ТОО «Казахский научно исследовательский институт животноводства и кормопроизводства» на высокопроизводительном, полностью автоматическом анализаторе молока MilkoScan FT+, Fossomatic FT+; плотность – (ГОСТ 3625-84); сухой обезжиренный молочный остаток – расчетным методом. Анализ метиловых эфиров жирных кислот проводили в Казахстанско–Японском инновационном центре с использованием газового хроматографа Shimadzu GC 2010 Plus с пламенно-ионизационным детектором (ПИД), также с капиллярной колонкой «CPSil 88 for FAME» (Agilent Technologies) длиной 100 м, внутренним диаметром 0,25 мм, толщиной пленки не подвижной фазы 0,20 мкм. Хроматографирование проводили при температуре испарителя 250°C, температуре детектора 260°C. Газ-носитель (подвижная фаза) – азот, расход 95,5 мл/мин. В хроматограф вводили 1 мкл пробы с делением потока 1:40. Для полного разделения метиловых эфиров жирных кислот был подобран специальный режим разделения с программированием температуры (общее время анализа – 68,5 мин):

- начальная температура колонки 100°C в течение 5 мин;
- градиентное увеличение температуры до 210°C со скоростью 4°C/мин. в течение 27,5 мин.;
- изотермический участок при температуре 210°C в течение 8 мин.
- градиентное увеличение температуры до 240°C со скоростью 10 °C/мин в течение 3 мин.;
- изотермический участок при температуре 240°C в течение 25 мин.

Градуировку (калибровку) проводили с использованием стандартного образца состава смеси 37 метиловых эфиров жирных кислот. Для точного расчета интервала времени удерживания МЭЖК хроматографирование стандартной смеси проводили в трёх повторностях [4]. Пробоподготовку и определение жирнокислотного состава осуществляли в соответствии с ГОСТ 32915-2014 «Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии». Для центрифугирования молоко наливали в две центрифужные пробирки (по 50 см в каждую) и центрифугировали при 10000 об/мин. в течение (15 ± 1) мин. Затем снимали верхнюю жировую фракцию и переливали в стакан емкостью 250 см³, к ней добавляли 150 см³ гексана для гомогенизации в гомогенизаторе в течение 3-5 мин. при частоте вращения ножей от 2000 до 5000 об/мин. Далее отделяли гексановый слой с растворённым в нём жиром и переносили его в круглодонную колбу вместимостью 250 см³, которая подсоединялась к ротационному испарителю и полностью отгонялся растворитель при температуре $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$. Полученную жировую фракцию используется для приготовления метиловых эфиров жирных кислот.

Результаты и их обсуждения. Физико-химические и микробиологические показатели молока коров голштинской и алатауской пород за 305 дней лактации представлена в таблице 1.

Молоко коров голштинской породы содержало в среднем 3,17% белка и 3,65% жира. В то время как молоко коров алатауской породы содержало в среднем 3,29 % белка и 3,67% жира соответственно. Небольшие различия между пародами и сезонами установлены по содержанию жира в составе молока коров сравниваемых пород в пользу коров алатауской породы в весенний, летний и осенние периоды: по содержанию жира весной (0,1%), летом (0,02%) и осенью (0,13%), и по содержанию белка в весенний период (0,21%), летний период (0,15%), а также в осенний период (0,15%). В молочной науке на общее количество соматических клеток, обычно называемых SCC, в молоке влияют различные факторы, такие как виды, породы, фаза лактации, надои молока, различия между отдельными животными и методы управления [5]. Как SCC, так и состав влияют на качество молока, но их взаимосвязь не всегда очевидна, за исключением случая высокого SCC, соответствующего высокой концентрации нейтрофилов в молоке. Обычно сложно проанализировать клеточный состав, потому что SCC - это общее количество, которое не учитывает концентрацию любых других типов клеток, присутствующих в секрции [6].

Таблица 1 - Физико-химические и микробиологические показатели молока по сезонам года

Показатели	весна	лето	осень	зима
Голштинская порода (n=40)				
Массовая доля жира, %	3,63	3,72	3,52	3,75
Массовая доля белка, %	3,13	3,20	3,11	3,23
Кислотность, °Т	16,83	17,33	16,67	17,23
Массовая доля сухих обезжиренных веществ молока (СОМО), %	8,65	8,73	8,67	8,57
Плотность, кг/см ³	1027,67	1028,00	1027,33	1028,33
Содержание соматических клеток, тыс. в 1 см ³	320,91	315,81	278,53	336,90
Алатауская порода (n=40)				
Массовая доля жира, %	3,73	3,74	3,65	3,55
Массовая доля белка, %	3,34	3,35	3,26	3,22
Кислотность, °Т	16,8	16,7	16,9	17,0
Массовая доля сухих обезжиренных веществ молока (СОМО), %	8,67	8,56	8,62	8,68
Плотность молока, кг/см ³	1028,0	1029,0	1027,0	1028,0
Содержание соматических клеток, тыс. в 1 см ³	443,8	173,3	197,6	358,9

Выявлено большее содержание соматических клеток в молоке коров голштинской породы в летний и осенний период лактации: 315,81 тыс. в см³; 278,53 тыс. в см³, а в весной и зимой больше содержание соматических клеток в молоке коров алатауской породы 443,8 тыс. в см³; 358,9 тыс. в см³. В анализируемых образцах молока идентифицировано 37 жирных кислот, которые сгруппированы, и основные из них представлены в таблицах 2 и 3. К прочим отнесены жирные кислоты, не входящие в перечень, относительная площадь пиков, которых составляла более 0,1%.

Таблица 2 - Жирнокислотный состав молока в весенне-летний период

Наименование жирных кислот	Период			
	Голштинская порода (n=40)		Алатауская порода (n=40)	
	весна	лето	весна	лето
Насыщенные, всего	61,52	60,97	61,67	62,18
в том числе:				
C4:0	3,53	3,59	3,66	3,36
C6:0	1,94	1,80	1,99	2,31
C8:0	1,32	1,30	1,6	1,44
C10:0	3,11	2,58	2,59	3,37
C12:0	3,25	2,82	2,77	3,77
C14:0	10,43	10,07	10,97	11,34
C16:0	27,00	27,04	26,87	25,82
C18:0	10,68	11,48	10,94	10,59
C20:0	0,16	0,17	0,22	0,12
C22:0	0,08	0,10	0,06	0,06
Ненасыщенные, всего	34,07	34,56	33,99	33,1
мононенасыщенные	29,42	30,42	30,36	29,64
в том числе:				
C10:1	0,31	0,29	0,34	0,28
C14:1*	1,13	1,20	1,12	1,42
C16:1*	2,17	2,14	1,97	2,43
C18:1*	25,81	26,80	26,93	25,51
полиненасыщенные	4,65	4,14	3,63	3,46
в том числе:				
C18:2*	3,73	3,36	2,66	2,73
C18:3*	0,91	0,78	0,97	0,73
Прочие	4,41	4,47	4,34	4,72

*- Расчет произведен по сумме изомеров.

Таблица 3 - Жирнокислотный состав молока в осенне-зимний период

Наименование жирных кислот	Период			
	Голштинская порода (n=40)		Алатауская порода (n=40)	
	осень	зима	осень	зима
Насыщенные, всего	59,34	61,89	60,28	59,78
в том числе:				
C4:0	3,47	2,84	2,16	2,95
C6:0	1,92	1,89	1,56	2,3
C8:0	1,28	1,49	0,98	1,5
C10:0	2,23	2,79	2,31	2,56
C12:0	2,78	3,57	2,72	3,2
C14:0	9,59	11,68	10,11	11,1
C16:0	28,01	27,25	27,94	25,4
C18:0	9,86	10,08	12,28	10,5
C20:0	0,13	0,22	0,16	0,2
C22:0	0,07	0,08	0,06	0,07
Ненасыщенные, всего	36,46	33,30	35,41	34,77
мононенасыщенные	32,41	29,43	30,29	29,27
в том числе:				
C10:1	0,26	0,29	0,21	0,3
C14:1*	1,27	1,06	1,07	1,2
C16:1*	2,19	2,02	2,05	2,14
C18:1*	28,69	26,06	26,96	25,63
полиненасыщенные	4,05	3,87	5,12	5,5
в том числе:				
C18:2*	3,25	2,84	4,02	4,3
C18:3*	0,80	1,03	1,1	1,2
Прочие	4,20	4,81	4,31	5,45

*-Расчет произведен по сумме изомеров.

Как видно из данных таблиц 2 и 3 в перечне исследованных жирных кислот в молоке коров обеих пород во все сезоны преобладают стеариновая, миристиновая, пальметиновая и олеиновая кислоты. Количество насыщенных жирных кислот в весенний, летний, осенний и зимние периоды в молоке коров голштинской породы составило 61,52; 60,97; 59,34; 61,89%. А у коров алатауской породы 61,67; 62,18; 60,28; 59,78% соответственно. Доля летучих жирных кислот: масляной, капроновой, каприловой и каприновой – составляла в молоке коров голштинской породы от 8,9 до 9,9%, а у коров алатауской породы составило от 7,01 до 10,48%. Эти кислоты в наибольшей степени характеризуют аромат и вкусовые качества молока. Большое значение имеют незаменимые жирные кислоты: линолевая и линоленовая. Наибольшее содержание линолевой кислоты в зимний период года, было выявлено в молоке коров алатауской породы – 4,3% против 2,84% у голштин. И в осенний период коровы алатауской породы лидировали по содержанию линолевой кислоты, что составило 4,02% против 3,25% у коров голштинской породы. Но в молоке коров голштинской породы в весенний и летний периоды содержание линолевой кислоты было больше на 1,07% и 0,63% чем у коров алатауской породы. По содержанию линоленовой кислоты групповые различия были незначительны. Полиненасыщенные жирные кислоты необходимы для правильного развития молодых организмов, а также поддержания человеком хорошего состояния здоровья. Эти кислоты относятся к семье ω -6 и ω -3.

Выводы. В исследованиях установлено, что коровы обеих пород продуцируют молоко, соответствующее требованиям ТР ТС 033/2013 и пригодное для дальнейшей переработки. Установлено, что коровы голштинской породы имели небольшие различия по физико-химическим показателям молока: плотность находилась в пределах нормы и составляла 1027,33-1028,33 кг/м³; кислотность составила 16,67-17,33 °Т. И у коров алатауской породы плотность молока было в пределах нормы, что составило 1027,00-1029,00 кг/м³; кислотность составила 16,7-17,0 °Т. Максимальное содержание жира находилось в молоке коров голштинской породы в зимний и летние периоды года, что составило 3,75; 3,72%. У коров алатауской породы максимальное содержание жира было выявлено в летний и весенний период года, что составило 3,74; 3,73%. Количество соматических клеток в молоке является важнейшим параметром оценки качества молока и его пригодности для промышленной переработки. На их число в молоке оказывают влияние множество внешних и внутренних факторов, в том числе время года,

возраст животного, период лактации, условия кормления и содержания и другие. Повышение количества соматических клеток приводит к снижению качества, изменению состава и физико-химических свойств молока. По результатам исследования содержания соматических клеток у коров голштинской породы составило 278,53-336,90 тыс. в 1 см³, а у коров алатауской породы 173,3-443,8 тыс. в 1 см³ соответственно. По содержанию ненасыщенных жирных кислот, которые не синтезируются в организме человека, следует отметить, что наибольшее содержание олеиновой кислоты было в молоке коров голштинской породы в осенний период, что составило 28,69%, а у коров алатауской породы наименьший показатель был в летний период года 25,51% соответственно. По содержанию линолевой и линоленовой кислоты лидируют коровы алатауской породы в зимний и осенний период года, что составляет 4,3; 4,02% и 1,2; 1,1% соответственно. В целом, самым низким содержанием ненасыщенных жирных кислот характеризовалось молоко, полученное зимой от коров голштинской породы, а у коров алатауской породы самый низкий показатель было летом.

Список литературы

1 *Lindmark Mansson H.* Composition of Swedish dairy milk // Report Nr (In Swedish), Swedish Dairy Association. – 2003. – 7025 p.

2 *Богатова О.В.* Химия и физика молока: Уч. пособие. – Оренбург: ГОУОГУ, 2004. – 137 с. [Bogatova O.V. Khimiya i fizika moloka: uch. Posobiye.-Orenburg: GOUOGU, 2004.-137s.]

3 *Горбатова К.К.* Сыропригодность молока // Переработка молока. – М., 2003. – № 5. – С. 4–5. [Gorbatova K.K. Sy'roprigodnost' moloka// Pererabotka moloka.- M: 2003.-N5.-S.4-5]

4 Молоко. Переработка и хранение: коллективная монография. – М.: Изд. дом «Типография» РАН, 2015. – 480 с. [Moloko. Pererabotka i khraneniye: kollektivnaya monografiya.- M: Izd.dom "Tipografiya" RAN, 2015.-480s.]

5 *Rupp R., F. Beaudreau and D. Boichard.* 2000. Relationship between milk somatic-cell counts in the first lactation and clinical mastitis occurrence in the second lactation of French Holstein cows. *Prev. Vet. Med.* 46:99–111. – 2000. - Vol.46. - P. 99-100.

6 *Li N., R. Richoux, M. Boutinaud, P. Martin and V. Gagnaire.* 2014. Role of somatic cells on dairy processes and products: A review. *Dairy Sci. Technol.* 94:517–538. – 2014. - Vol.94. - P. 517-538.

Хастаева А.Ж. – PhD, gera_or@mail.ru

Муслимов Н.Ж. – доктор технических наук., n.muslimov@inbox.ru

Альжаксина Н.Е. – PhD, nazjomka@mail.ru

Ж. Султанулы¹, К.М. Ромашев¹, М. Ергумарова¹, М. Мамбеталиев²

¹Қазақ ұлттық агрардық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ғылыми зерттеу институты,
Алматы қ., Қазақстан

ЦИРКОВИРУСПЕН АУЫРҒАН ШОШҚА ЕТТІНДЕГІ АМИНҚЫШҚЫЛЫ МӨЛШЕРІН АНЫҚТАУ

Түйіндеме. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, бақылау тобындағы шошқалардың етіндегі химиялық құрамы тәжірибелі топқа қарағанда май көп, ал калория мөлшері тәжірибелі топқа қарағанда 1 ккал жоғары, ал қалған көрсеткіштер бірдей. Құрамында ақуыздың пайдалылығы ағзаға қажетті барлық аминқышқылдарының болуына байланысты. Осыған байланысты біз бақылау тобындағы шошқа етінің аминқышқылдарының құрамын және тәжірибелік топтағы аминқышқылдарының құрамын салыстырмалы түрде зерттедік. Зерттеу нәтижелері шошқалардың ет құрамындағы химиялық құрамы бойынша репродуктивті-респираторлық инфекция синдромымен ауырмайтындығын, тәжірибелі топқа қарағанда май көп, ал калория мөлшері тәжірибелі топқа қарағанда 1 ккал жоғары екенін көрсетеді. Ауру шошқа етіндегі алмастырылатын және алмастырылмайтын аминқышқылдарының санына әсер етеді 7178 мг/100 г тәжірибелік топтағы шошқалардың етіндегі алмастырылмайтын аминқышқылдары, ал бақылау тобында 99269,9 мг/100 г. тәжірибелік топтағы алмастырылатын аминқышқылдары 11108 мг/100 г, бақылау тобында 11162 мг/100 г. Зерттеулер көрсеткендей, репродуктивті-респираторлық инфекция синдромы бар жас шошқалар жақсы тамақтануды қажет етеді және оның маңызды аминқышқылдарының жиынтығына қажеттілігі ересек жануарларға қарағанда едәуір жоғары.

Түйінді сөздер: амин қышқылы, бағалау, шошқа еті, тағамдық құндылығы.

• • •

Аннотация. Результаты исследования показывают, что химический состав в мясе свиней группы наблюдения больше, чем в опытной группе, а содержание калорий на 1 ккал выше, чем в опытной группе, А остальные показатели неизменны. Полезность белка зависит от содержания всех аминокислот, необходимых организму. В связи с этим сравнительно изучен состав аминокислот свинины в контрольной группе и состав аминокислот в экспериментальной группе. Результаты исследования показывают, что свиньи по химическому составу не болеют синдромом репродуктивно-респираторной инфекции, больше жира, чем опытные группы, а калорий на 1 ккал выше, чем

опытные группы. Заболевание влияет на количество заменяемых и незаменимых аминокислот в свинине 7178 мг/100 г в мясе свиней опытной группы незаменимые аминокислоты, а в контрольной группе 99269,9 мг/100 г. заменяемые аминокислоты опытной группы 11108 мг/100 г, в контрольной группе 11162 мг/100 г. Исследования показывают, что молодые свиньи с синдромом репродуктивно-респираторной инфекции нуждаются в хорошем питании и потребность в нем в значительных аминокислотах значительно выше, чем у взрослых животных.

Ключевые слова: аминокислоты, оценка, мясо свиней, пищевая ценность.

• • •

Abstract. The results of the study show that the chemical composition in the meat of the pig group is greater than in the experimental group, and the calorie content is higher than 1 kcal than in the experimental group, and the remaining indicators are the same. The usefulness of protein depends on the content of all amino acids necessary for the organism. In connection with this, we comparatively studied the composition of amino acids in pigs in the control group and the composition of amino acids in the experimental group. The results of the study show that pigs in terms of chemical composition do not suffer from the syndrome of reproductive-respiratory infections, more fat than experimental groups, and calories per 1 kcal higher than those of experimental groups. in the meat of a pig in the experimental group of essential amino acids, and in the control group of 99269.9 mg/100 g. substituted amino acids in the experimental group 11108 mg/100 g, in the control group 11162 mg/100 g. Studies show that young pigs with the syndrome of reproductive-respiratory infections need better nutrition and consumption of essential amino acids than those of adult animals.

Keywords: amino acids, evaluation, pig meat, nutritional value.

Кіріспе. Шошқаның цирковирустық инфекциясы – шошқаларда, әсіресе торайларды енесінен айыру кезінде пайда болып, торайлардың өсуі мен дамуы тежеліп, терінің зақымдануымен, респираторлық синдромын қоздырумен сипатталатын цирковирустар тудыратын инфекциялық ауру [1]. Қоздырғышы: *Circoviridae* тұқымдасына жатады. Лимфоидты ұлпалардың жасушаларында көбейетін шошқаның патогенді емес (ЦВИ-1) және патогенді цирковирус (ЦВИ 2 типті) түрлері бар [2]. Қоршаған ортада өте төзімді. Иммундық жүйе торшаларында көбейеді. Ағзада көкбауыр, лимфа түйіндерінде, альвеолалы макрофагтарда шоғырланады [3]. Цирковирустық инфекцияның пайда болуына келесі негізгі факторлар ықпал етеді: моноблокты құрылыс; малдардың шамадан тыс шо-

ғырлануы және тығыз орналасуы; азықтарда микотоксиндердің болуы; үш фазалық өсіру жүйесі; бордақыланған шошқаларды ұрықтандыру; 60 күндік жасқа дейін торайларды вакцинациялаумен және инъекциялық еңдеумен айналысу [4]. Ауру кеңінен таралған. Инфекцияның көзі барлық секреттер және экскреттерімен вирус бөлетін бүкіл жыныстық - жас топтардағы шошқалары болып табылады.

Алайда, бір вирустың болуы инфекцияның пайда болуы үшін жеткіліксіз. Бұл жұқпалы ауру болғандықтан, шошқа шаруашылықтарына едәуір экономикалық зиян келтіреді. Қазақстанда және Ресейде екінші типтегі цирковируспен ауырмаған шошқа табыны қалмаған. Бірақ кейбір шаруашылықтарда ауру байқалмай өтеді, ал басқа шаруашылықтарда ауруға тез балау қойылады. Қайта топтастыру, вакцинациялау т. б. стресс түрлеріне ұшыраған еметін-торайлар ауруға ең сезімтал болып келеді. Шошқаның цирковирус – шошқаның ассоциацияланған ауруы. Бұл 2 типті (ЦВИ 2) шошқаның цирковируспен туындаған ауруының синонимді атаулары және бұл ауру бастапқыда мультижүйелік синдром деп аталды [5]. Шошқаның ЦВИ бүкіл әлем бойынша көптеген шошқа фермаларының басты мәселесі болуда [6]. Ғалымдар бұл вирусты зерттеуде айтарлықтай жетістіктерге қол жеткізіп, алға дамуда. Дегенмен, вирус табиғатын түсіну барысында бұл ауруды толық жою үшін белгілі бір қиындықтар туғызатын бос орындар әлі де қалып отыр.

Ауруға қарсы дауалау шараларының әсері керемет болғанымен, вирусты жою әзірге мал дәрігерлерінің арманы болып отыр. Қазіргі уақытта Қазақстанда диагностикалық құрал-жабдықтың болмауы салдарынан шошқаның ЦВИ бойынша індеттанулық деректер жоқ. Алайда, республиканың кейбір шошқа шаруашылықтарында осы инфекцияға қарсы алдын алу шараларын жүргізуде. Бұл елімізде шошқалар арасында вирустың бар екенін дәлелдейді. Шошқаның ЦВИ 2-типін ЦВИ 2a, ЦВИ 2b және ЦВИ 2c генотиптері анықталды [7]. АҚШ-та алғаш шошқалар табыны ЦВИ 2a генотипін жұқтырған. Солтүстік Америкада ЦВИ 2b генотипі анықталды, содан кейін шошқаның цирковирустық инфекциясының тіркелу саны арта түсті [8].

Материалы және әдістеме.

Зерттеулер”биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми-зерттеу институты”РМК зертханасында жүргізілді. Зерттеулер шошқаларға жүргізілді, атап айтқанда: ауру жануардың цирковирустық

инфекциясы (I топ-бақылау), сау жануар (II топ - тәжірибе). Зерттеу материалы ретінде тәжірибелі топқа (10 бас) және бақылау тобына (10 бас) шошқаның санбұлшық етінен сынамалары алынды. Зерттеу барысында ет майлылығы, ет түсімділігі, сондай-ақ шошқа етіндегі аминқышқылдарының құрамы анықталды. Амин қышқылын автоматты аминқышқыл анализаторы ААА-834 апаратымен анықталды [9]. Шошқа етіндегі амин қышқылдарының құрамы ААА 881-автоматтандырылған амин қышқылы анализаторының көмегімен жүргізілді [10].

Зерттеу нәтижелері және талдау жасау. Ақуыз нәрлігі толық құндылығы жеке аминқышқылдарының санына ғана емес, сонымен бірге олардың өзара қатынасына да байланысты. Сондықтан аминқышқылдарының құрамын оңтайландыру жануарлардың өнімділігі мен ақуызды үнемдеу тұрғысынан үлкен қызығушылық тудырады. Тамақ өнімдерінің құндылығы, ас қорыту, сіңімділігі оның химиялық құрамына байланысты екені белгілі, сондықтан шошқа етіндегі ылғал, май, ақуыз мөлшері анықталады (1 кесте).

1 Кесте - Шошқа етінің химиялық құрамы, 100 г/г

Көрсеткіштер	Ақуыз	Май	Ылғалдылығы	Көмірсу	Күл	Құнарлылық (ккал)
Бақылау топ (n=10)	19,53	3,83	75,70	0	0,94	112,6\471
Тәжірибелік топ (n=10)	11,25	1,78	85,75	0	0,81	110,4\470

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, бақылау тобындағы шошқалардың етіндегі химиялық құрамы тәжірибелі топқа қарағанда май көп, ал калория мөлшері тәжірибелі топқа қарағанда 1 ккал жоғары, ал қалған көрсеткіштер бірдей. Ақуыз физиологиялық және биохимиялық құбылыстарға қатысады, оның тиімділігі, тағамдық құндылығы ондағы аминқышқылдарының құрамына байланысты. Құрамында ақуыздың пайдалылығы ағзаға қажетті барлық аминқышқылдарының болуына байланысты. Осыған байланысты біз бақылау тобындағы шошқа етінің аминқышқылдарының құрамын және тәжірибелік топтағы аминқышқылдарының құрамын салыстырмалы түрде зерттедік. Бақылау және тәжірибе топтарындағы аминқышқылдарының санын анықтау нәтижелері төмендегі 2-кестеде көрсетілген.

2 Кесте - Шошқа етіндегі ауыспайтын амин қышқылы мөлшері, 100г/г

Ауыспайтын амин қышқылы Шошқа етінің құрамындағы ауыспайтын амин қышқылдары, мг/100 г	Малдардың тобы	
	Бақылау тобы (n=10)	Тәжірибелік тобы (n=10)
Валин	108±108,7	1099±109,9
Изолейцин	92992,9	937±93,7
Лейцин	1472±147,2	1421±142,1
Лизин	1561±156,1	1637±163,7
Метионин	458±45,8	452±45,2
Треонин	920±92,0	865±86,5
Фенилаланин	779±77,9	767±76,7
Мг/100г жалпы саны	99269,9	7178

Зерттеу нәтижелері бойынша 2-кестеден шошқа етінде 7178мг/100 г мөлшерінде, ал бақылау тобының етінде - 99269,9 мг/100 г мөлшерінде маңызды аминқышқылдары анықталды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, “тәжірибелік топтың” шошқа етін салыстыра отырып, маңызды аминқышқылдарының мөлшері бақылау тобының шошқа етінде көп екендігі байқалады. Шошқа етінің құрамындағы алмастырылатын амин қышқылдарының мөлшерін анықтау жөніндегі зерттеулердің нәтижелері 3-кестеде келтірілген.

3 Кесте - Шошқа етіндегі алмастырылатын амин қышқылдарының құрамы, 100 г/мг:

Амин қышқылының атауы Шошқа етінің құрамындағы ауыс- тын амин қышқылдары, мг/100 г	Зерттеуге алынған шошқа топтары	
	Бақылау тобы (n=10)	Тәжірибелік тобы (n=10)
Аспаргин қышқылы	1814±181,4	1749±174,9
Глутамин қышқылы	3041±304,1	2943±294,3
Серин	703±70,3	808±80,8
Гистидин	740±74,0	763±76,3
Глицин	827±82,7	919±91,9
Аргинин	1170±117,0	1162±116,2
Аланин	1170±117,0	1023±102,3
Тирозин	665±66,5	687±68,7
Цистеин	265±26,5	242±24,2
Триптофан	262±26,2	253±25,3
Пролин	505±50,5	559±55,9
Мг / 100 г жалпы саны	11162	11108

3-кестеден көріп отырғанымыздай, салыстырылған топтардағы шошқа етінің құрамындағы алмастырылатын аминқышқылдарының мөлшері салыстырмалы түрде бірдей болмады. Бақылау тобында шошқа етінің құрамындағы аминқышқылдарының мөлшері көп екендігі де байқалды. Біздің зерттеулеріміздің нәтижелері бойынша бақылау және тәжірибелік топтардың ет құрамындағы маңызды аминқышқылдарының мөлшері сәйкесінше 11162 мг/100г және 11108 мг/100г болды. Ауыстырылатын аминқышқылдарының мөлшері “бақылау тобында” 11162 мг/100 г көп екендігі белгілі болды.

Қорытынды.

1. Зерттеу нәтижелері шошқалардың ет құрамындағы химиялық құрамы бойынша репродуктивті-респираторлық инфекция синдромымен ауырмайтындығын, тәжірибелі топқа қарағанда май көп, ал калория мөлшері тәжірибелі топқа қарағанда 1 ккал жоғары екенін көрсетеді.

2. Ауру шошқа етіндегі алмастырылатын және алмастырылмайтын аминқышқылдарының санына әсер етеді 7178 мг/100 г тәжірибелік топтағы шошқалардың етіндегі алмастырылмайтын аминқышқылдары, ал бақылау тобында 99269,9 мг/100 г. тәжірибелік топтағы алмастырылатын аминқышқылдары 11108 мг/100 г, бақылау тобында 11162 мг/100 г.

3.Зерттеулер көрсеткендей, репродуктивті-респираторлық инфекция синдромы бар жас шошқалар жақсы тамақтануды қажет етеді және оның маңызды аминқышқылдарының жиынтығына қажеттілігі ересек жануарларға қарағанда едәуір жоғары.

Әдебиеттер

1 Кукушкин С.А., Байбиков Т.З., Тетерин И.А., Пыльнов В.А. Выделение полевых изолятов вируса РРСС с использованием альвеолярных макрофагов // Актуал. пробл. инфекц. патологии ж-ных: матер. Междунар. науч. конф., посвящен. 45-летию ФГУ «ВНИИЗЖ». – Владимир, 2003. – С. 459-465. [Kukushkin S.A., Bajbekov T.Z., Teterin I.A., Py'lnov V.A., Vy'delenie polevy'kh izolyatov virusa РРСС s ispol'zovaniem al'veolyarny'kh makrofalov//Aktual.probl. infekts.patologii zhivotny'kh: mater.Mezhdunar.nauch.konf.posvyashhen.45-letiyu FGU VNIIZZH, Vladimir, 2003.-S. 459-465]

2 Капустин Б., Лысый В.Г. Свиные цирковирuсы // Свиноферма. – 2008. – № 3. – С. 53-55. [Kapustin B., Ly'sy'j V.G. Svin'y'e tsy'rkovirusy` // Svinofirma.-2008.-N3.-S.53-55]

3 Кардинал Ф. Уровень гибели свиней на откорме при использовании разных схем вакцинации против цирковирuса свиней типа 2 (ЦВС–2) // Свиноводство. – 2010. – № 6. – С. 37-38. [Kardinal F. Uroven' gibeli svinej na otkorme

pri ispol'zovanii raznykh skhem vaksinatsii protiv tsirkovirusa svinej tipa 2 (TSVS–2) // Svinovodstvo. – 2010. – № 6. – S. 37-38.]

4 *Misinz G.* Binding and entry characteristics of porcine circovirus 2 in cells of the porcine monocytic line 3D4/31 // Journal of General Virology. – 2005. – №86. –P.2057-2068.

5 *Orynbayev M. ., Belloussov., Mambetaliyev M., Kopochenya A.A., Burashev Ye., Kerimbayev A., Kopeyev S., Mamadaliyev S.* Identification of porcine reproductive and respiratory syndrome virus of North American genotype in Republic of Kazakhstan (in Russian). In Proceedings of VII scientific and practice conference: Molecular diagnostic-2010 // Mos. Rus, 2010. – №24-26. – P.159-162.

6 *Орлянкин Б. Г., Мишин А. М.* Цирковирусные болезни свиней // Свиноводство. – 2010. – № 5. – С. 50-53. [Orlyankin B. G., Mishin A. M. TSirkovirusnye bolezni svinej // Svinovodstvo. – 2010. – № 5. – S. 50-53.]

7 *Меньшиков А.В., Крысенко Ю.Г., Трошин Е.И.* Морфобиохимические показатели крови поросят больных цирковирусной инфекцией второго типа // Вестник. Саратов. Госагро.универ. им. Н.И. Вавилова. – 2010. – №6. – С. 3-4. [Men'shikov A.B., Krysenko YU.G., Troshin E.I. Morfobiokhimicheskie pokazateli krvi porosyat bol'nykh tsirkovirusnoj infektsiej vtorogo tipa // Vestnik. Sarat. Gosagro.univer. im. N.I. Vavilova. – 2010. – №6. – С. 3-4]

8 *Шкаева М.А.*, Разработка иммуноферментной тест-системы для выявления антител к цирковирусу свиней второго типа: автореф. ... канд. биол. наук: 03.00.06. – М., 2006. – 25 с. [SHkaeva M.A., Razrabotka immunofermentnoj test-sistemy dlya vyyavleniya antitel k tsirkovirusu svinej vtorogo tipa: avtoref. ... kand. biol. nauk: 03.00.06. – М., 2006. – 25 s.]

9 *Рядчиков В.Г.* Аминокислотное питание свиней. Рекомендации / В.Г. Рядчиков, Б.Д. Кальницкий, М.О. Омаров. - М., 2000. - С.62 [Ryadchikov V.G. Aminokislotnoe pitanie svinej. Rekomendatsii / V.G. Ryadchikov, B.D. Kal'nitskij, M.O. Omarov. M., 2000. - S.62]

10 *Қырықбайұлы С., Телеуғали Т.М.* Ветеринариялық санитариялық сараптау практикамы. – Алматы. Агроуниверситет, 2007. -362б.

Султанұлы Ж. - младший научный сотрудник, e-mail: Jango_76@mail.ru

Ромашев К.М. - асс.профессор, e-mail: kana.roma@mail.ru

Ергумарова М. - e-mail: Mira@mail.ru

Мамбеталиев М. - e-mail: m.mambetaliyev@biosafety.kz

А.М. Абдуазимов¹, М.Б. Вафоева¹

¹Кашкадарьинский филиал научно-исследовательского института зерна и зернобобовых культур, г. Карши, Узбекистан

ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. В статье приведены данные о влиянии внекорневой подкормки на содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы. Было установлено, что реакция растений на внекорневую подкормку проявилась в увеличении содержания хлорофилла в листьях, активном формировании вегетативной массы. В рамках проведённого исследования определилось, что содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы сорта Гозгон увеличилось на 9,4 ед. по сравнению с контрольным вариантом.

Ключевые слова: исследование, озимая пшеница, хлорофилл, внекорневая подкормка, суспензия, эффективность.

• • •

Түйіндеме. Бұл мақалада күздік бидайдың жапырағындағы хлорофилл құрамына жапырақты қоректенудің әсері туралы мәліметтер келтірілген. Өсімдіктердің жапырақты қоректенуге реакциясы жапырақтардағы хлорофилл мөлшерінің жоғарылауынан, вегетативті массаның белсенді түзілуінен көрінетіндігі анықталды. Зерттеу аясында күздік бидайдың Гозгон сорттарының жапырағындағы хлорофилдің мөлшері бақылау нұсқасымен салыстырғанда 9,4 бірлікке жоғарылағаны анықталды.

Түйінді сөздер: зерттеу, күздік бидай, хлорофилл, жапырақты қоректендіру, суспензия, тиімділік.

• • •

Abstract. This article presents data on the effect of foliar feeding on the content of chlorophyll in winter wheat leaves. It was found that the reaction of plants to foliar top dressing was manifested in an increase in the content of chlorophyll in the leaves, the active formation of the vegetative mass. As part of the study, in Gozgon winter wheat, the increase in chlorophyll content in leaves rose by 9.4 units compared to the control variant.

Keywords: research, winter wheat, chlorophyll, foliar top dressing, suspension, efficiency.

Введение. Питание озимой пшеницы наиболее важно в два периода – осенний, сразу после сева, и ранневесенний, при возобновлении вегетации. В первом случае необходима хорошая обеспеченность молодых растений фосфором и сбалансированность почвенного раствора по фосфору, азоту и калию, а весной возникает потребность в азоте. Для применения в основной период в наибольшей степени подходят комплексные удобрения [1]. Регулирование роста и развития растений с помощью физиологически активных веществ позволяет оказывать направленное влияние на отдельные этапы онтогенеза с целью мобилизации генетических возможностей растительного организма и в конечном итоге повышать продуктивность и качество урожая сельскохозяйственных культур [2].

Зелёные пигменты (хлорофилл) – основная составляющая фотосинтетического аппарата, отвечающая за поглощение и преобразование солнечной энергии в энергию химических соединений. Поэтому от их количества и эффективности работы во многом зависит продуктивность растения. На содержание пигментов и их организацию в листе оказывают значительное влияние различные факторы внешней среды, в том числе и агротехнические приёмы. В связи с этим представляется важным изучение влияния агротехники на фотосинтетические пигменты, так как оптимальное сочетание агротехнических факторов позволит создавать больше запасов ассимилянтов для формирования урожая [3]. Пигменты являются фотоакцепторами, поглощающими кванты видимой части солнечного спектра и участвующие в преобразовании световой энергии в энергию химической связи. Наиболее важную роль в этом процессе играет зелёный пигмент – хлорофилл. Во многих работах было показано, что большое влияние на образование хлорофилла оказывает минеральное питание, водный режим и другие факторы внешней среды, многие из которых можно регулировать с помощью агротехнических приемов [4].

Цель исследований - изучение влияния предпосевной обработки семян регулятором роста озимой пшеницы на содержание хлорофилла в листьях, формирование вегетативной массы в условиях светлых серозёмных почв Кашкадарьинской области Узбекистана.

Материалы и методы. Для изучения эффективности внекорневой подкормки был взят сорт озимой пшеницы – Гозгон. Полевые опыты были проведены на опытном участке Кашкадарьинского филиала Научно-исследовательского института зерна и зернобобовых культур расположенного в Каршинском районе. Агрохимическая характери-

стика почвы опытного участка: светлый серозём, слабозасолённая, грунтовые воды расположены на уровне 2-2,5м, маломинерализованная (2,5-3 г/л). В опыте изучались следующие стимуляторы роста, применявшиеся в качестве суспензии: IFO PZN и ANKASUPER со следующими нормами применения 2,0 кг/т, 1,0 л/т соответственно. Контроль осуществлялся без применения обработки. Опыт проводился в 3-х кратной повторности, размещение вариантов - систематическое. Площадь учетной делянки оставила 50 м². Содержание хлорофилла в листьях определялась в фазу кущения при помощи прибора SPAD 502 DL Plus Chlorophyll Meter (США).

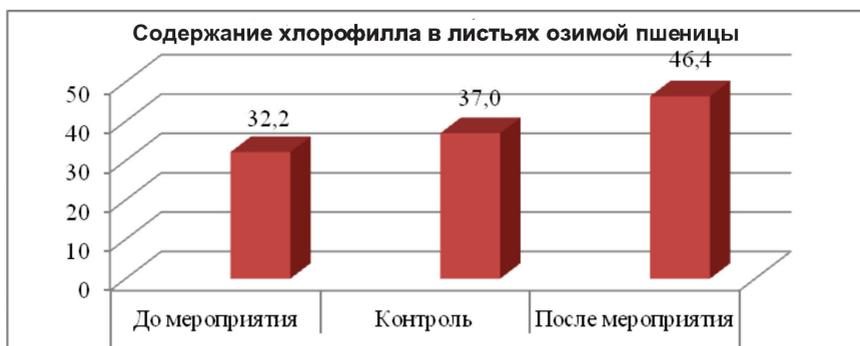


Рисунок 1 - Влияние внекорневой подкормки на содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы

По итогам подсчётов определилось, что средний показатель содержания хлорофилла в листьях до обработки по листу был равен 32,2 ед. В контрольном варианте (без применения обработки) средний показатель был равен 37,0 ед., а в варианте с применением листовой обработки составил 46,4 ед. Следовательно, в варианте, где была применена листовая подкормка, содержание хлорофилла в листьях превышало контрольные значения на 9,4 ед. и на 14,2 ед. полученные показатели до проведения мероприятия подкормки соответственно (рисунок 1).

С увеличением количества хлорофилла в листьях растений повышается интенсивность фотосинтеза, образования пластических веществ, вегетативной массы растения [5].

Закключение. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что внекорневая подкормка озимой пшеницы привела к увеличению содержания хлорофилла и формированию

вегетативной массы в условиях светлых серозёмных почв Кашкадарьинской области, что в будущем обеспечит зерновую продуктивность пшеницы. Использование этих препаратов положительно сказалось на показателях содержания хлорофилла в фазу кущения на 9,4 ед., что в итоге, обуславливает прибавку количества и качества урожая озимых хлебов.

Список литературы

1 Агафонов Е.В., Максименко М.В. Применение комплексных удобрений и азотной подкормки в посевах озимой пшеницы // Земледелие, 2012.- №7. [Agafonov E.V., Maksimenko M.V. Primeneniye kompleksny`kh udobrenij i azotnoj podkormki v posevakh azimoy pshenitsy`// Zemledelie, 2012.-N7]

2 Бутузов А.С. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании озимой пшеницы // АБУ, 2009.- №11. [Butuzov A.S. Effektivnost` primeneniya regulyatorov rosta pri vozdelavanii ozimoy pshenitsy`// АБУ, 2009.-N11]

3 Федулов Ю.П., Подушин Ю.В., Урумян В.Р. Влияние факторов агротехники на содержание и соотношение пигментов в листьях озимой пшеницы в разные периоды вегетации // Научный журнал КубГАУ, 2009.- №52. [Fedulov Yu.P., Podushkin Yu.V., Urumyan V.R. Vliyanie faktorov agrotekhniki na sodержanie i sootnoshenie pigmentov v list`yakh ozimoy pshenitsy` v razny`ye periody` vegetatsii//Nauchny`j zhurnal KubGAU, 2009.-N52]

4 Федулов Ю.П., Подушин Ю.В. Содержание и соотношение хлорофиллов в листьях озимой пшеницы в зависимости от агротехнических приемов ее выращивания // Научный журнал КубГАУ, 2009. -№51. [Fedulov Yu.P., Podushkin Yu.V. Soderzhaniye i sootnoshenie khlorofillov v list`yakh ozimoy pshenitsy` v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priyomov eyo vy`rashhivaniya// Nauchny`j zhurnal KubGAU, 2009.-N51]

5 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта /Учебное пособие // М.-Агропромиздат. 1985. – 351 С. [Dospekhov B.A. Metodika polevogo opy`ta/ Uchebnoe posobie//M.- Agropromizdat, 1985.- 351 S.]

Абдуазимов А.М. - научный сотрудник, PhD,
e-mail: akbar.abduazimov@mail.ru

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

МРНТИ 65.59.03

А.А. Жумагелдиев¹, А.Ж. Зарханова¹, М.А. Бердикулов²,
І.Қ. Байдилдаева¹, М.О. Асқарова¹

¹Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы қ. Қазақстан

²«Silkway» халықаралық университеті, Шымкент қ. Қазақстан

«ШУНГИТ» МИНЕРАЛЫ НЕГІЗІНДЕГІ АЗЫҚТЫҚ ҚОСПА ПАЙДАЛАНЫЛҒАН АФРИКАЛЫҚ ЖАЙЫН ЕТІНІҢ ВЕТЕРИНАРИЯЛЫҚ-САНИТАРИЯЛЫҚ САРАПТАМАСЫ

Түйіндеме. Мақалада халықты сапалы әрі қауіпсіз тағамдық өнімдермен қамтамасыз етуде ерекше орын алатын теңіз өнімдері, яғни балық шаруашылығы өнімдерін өндіру, сапалы балық өнімдерімен қамтамасыз ету барысында, Алматы облысы Шонжы елді мекенінде орналасқан «ASYL TAS ENGINEERING» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің бассейндерінде өсіру қолға алынған африкалық жайын балығының сезімдік көрсеткіштері, етінің құрамындағы аминқышқылдарының мөлшері және ветеринариялық санитариялық сараптамасы келтірілген. Басты шарт – балықтарды өсіру барысында оларды сапалы азықтық қоспамен азықтандыру арқылы сапалы және қауіпсіз өнім алу болғандықтан, африкалық жайын балықтары екі түрлі азықтық қоспамен азықтандырылды. Біріншісі – жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасы болса, екіншісі – минералды азықтық қоспа. Нәтижесінде, жергілікті шунгит минералымен азықтанған африкалық жайын балығының аминқышқылдық құрамында ерекшеліктер кездесті. Яғни, алмастырылмайтын аминқышқылдары және алмастырылатын аминқышқылдары құрамы минералды азықтық қоспасымен азықтанған балыққа қарағанда мөлшері жоғары екендігі анықталды. Сонымен қатар, африкалық жайын балығының сапалық көрсеткіштері артты.

Түйінді сөздер: Африкалық жайын, жергілікті шунгит минералды азықтық қоспасы, сезімдік көрсеткіштер, аминқышқылдары, ветеринариялық-санитариялық сараптау.

• • •

Аннотация. В статье приведены данные о производстве морепродуктов, то есть рыбных продуктов, которым отводится особое место в обеспечении населения качественными и безопасными пищевыми продуктами, а именно в производстве продукции рыбного хозяйства. Основным условием было получение качественной и безопасной продукции путем скармливания африканского сома качественной кормовой смесью в бассейнах ТОО «ASYL

TAS ENGINEERING» в селе Чунджа Алматинской области. Кормление африканского сома при выращивании данной рыбы производилось двумя разными кормовыми добавками. Первая – добавка на основе местного минерала «шунгита», вторая – минеральная кормовая добавка. При кормлении с добавлением «шунгита» был повышен аминокислотный состав рыбы. Кроме того, улучшились органолептические и качественные показатели мяса африканского сома, что является полноценным, качественным пищевым продуктом.

Ключевые слова: Африканский сом, кормовая добавка на основе местного минерала шунгит, органолептические показатели, аминокислоты, ветеринарно-санитарная экспертиза.

• • •

Abstract. The article emphasizes the production of high-quality seafood, that is, fish products, which have a special place in providing consumers with high-quality and safe food products, growing African catfish in the pools of the limited liability partnership “ASYL TAS ENGINEERING” at the village of Shonzhy, Almaty region. The main condition was to obtain high-quality and safe products by feeding fish with a high-quality feed mixture when growing fish, so the fish of the African catfish were fed with two different feed mixtures. The first is a mixture based on the local mineral called shungite, the second is a mineral feed mixture. As a result, there were differences in the amino acid composition of African catfish that were fed the local mineral shungite. That is, it was found that the content of non-essential amino acids and essential amino acids is higher than in fish that were fed a mineral feed mixture.

Keywords: African catfish, feed additive based on the local mineral shungite, organoleptic characteristics, amino acids, veterinary and sanitary expertise.

Кіріспе. Балық шаруашылығы – халық шаруашылығының балық аулау, тасымалдау, қорғау, өсіру, өңдеу және су өсімдіктерін жинаумен шұғылданатын саласы. Олардан құнарлы тағамдар, балық ұны, майы, теңіз өсімдіктерінен йод, маннит, агар және т.б. емдік заттар, жануарлар азығы мен техникалық өнімдер өндіріледі. Соңғы кездері балық аулауға деген қызығушылық артып келеді. Тамақ өнімдерін тұтынудың ғылыми негізделген физиологиялық нормасы бойынша жан басына шаққанда жылына балық және балық өнімдерінен 14,0 кг норманы басшылыққа ала отырып, халықтың балық және балық өнімдеріне қажеттілігін қанағаттандыру үшін балық аулауды, тауарлық балық өсіру мен балық импортын жылына 272,0

мың тоннаға дейін жеткізу қажеттілігі өзекті мәселе болып отыр. Ол үшін Алматы облысы Шонжы елді мекенінде орналасқан «ASYL TAS ENGINEERING» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің бассейндерінде өсірілетін африкалық жайын балығының да қосар үлесі мол. Африкалық жайын балығын өсірумен көптеген мемлекеттер айналысуда және бұл өнімге деген сұраныс жоғарылауда.

Ғылыми деректер бойынша, өзіндік құнын жылдам ақтайтын және тиімділігі жоғары африкалық жайын балықтарын тағамдық құндылығы мен құнарлылығы бойынша бекіре тұқымдас балықтарға теңестіруде және етінің құрамында адам ағзасына қажетті триптофан, треонин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, цистин аминқышқылдары жеткілікті мөлшерде [4]. Африкалық жайын балығы етінің қуаттылығы 100 грамм өнімге шамамен 115 кКал құрайды. Бұл мөлшер балықтың басқа түрлерімен салыстырғанда жоғары болғанымен, құрамындағы холестерин мөлшері аз және экологиялық таза болғандықтан, оның етін түрлі диеталар барысында қолдануға ұсынылады. Африкалық жайын балығының құрамында дәнекер ұлпасы мөлшері 2% төңірегінде және еттің жетілу үдерісі жылдам болғандықтан, адам ағзасына сіңімділігі жоғары [5].

Зерттеу материалдары мен әдістері. Жергілікті «шунгит» минералымен азықтандырылған африкалық жайын балығынан алынған сынамаларды ветеринариялық-санитариялық сараптамада қолданылатын әдістемелер арқылы сезімдік және химиялық зерттеу жұмыстары жасалды. Сезімдік зерттеу жұмыстарына сынама үлгілерін алу МЕМСТ 31339-2006 «Балық, олардың объектілері және олардан дайындалатын өнімдер. Сынамаларды қабылдау ережесі және іріктеу әдістемелері» талаптары бойынша жүргізілді. Сезімдік тексерулер Шонжы ауданы «ASYL TAS ENGINEERING» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің зертханасында, ал зертханалық зерттеулер Қазақстан – Жапон инновациялық орталығы «Азық-түлік және экологиялық қауіпсіздік» зертханасы, Қазақ ұлттық аграрлық университеті «Ветеринариялық-санитариялық сараптау және гигиена» кафедрасы «Өнім сапасы, қауіпсіздігі және ветеринариялық-санитариялық сараптау» зертханасында жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығы мен салыстырмалы түрде алынған минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған жайын балығынан сынамалар алынып, ет құрамындағы аминқышқылдарының мөлшері «Автоматтандырылған аминқышқылды анализатор» (AAA-881) құралында анықталды. Бұл жұмыстар «Тағамдық

өнімдердің сапасы мен қауіпсіздігін талдау» әдістемелік ұсынысы талаптары бойынша жасалынды.

Зерттеу нәтижелері мен талқылаулар. Жергілікті «шунгит» минералы негізіндегі азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығын және салыстырмалы түрде алынған азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығын сыртқы көрінісі бойынша ветеринариялық-санитариялық сараптау негізінен сезімдік зерттеулерге негізделген. Ол бойынша балықтың сыртқы көрінісі мен түрі, желбезек және тері жабындысының жағдайы тексерілді (1 кесте).

1 кесте - Азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балықтарының сезімдік көрсеткіштері, (n=10)

Көрсеткіштер	Жергілікті «шунгит» минералы негізіндегі азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығы	Азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығы
Сыртқы көрінісі	Таза, шырышты	Таза, шырышты
Терісінің жағдайы	Сырты таза, жұқа шырышты, жылтыр қабықпен қапталған. Балық денесінде жарақаттар, паразиттер, ауру белгілері білінбейді.	Тегіс, жылтыр, шырышты. Механикалық жарақаттар мен басқа да ауру белгілері жоқ.
Иісі	Өзіндік	Шырышы мөлдір, бөгде иіссіз
Көздері	Мөлдір, дөңесті, зақымсыз	Дөңесті, көзі таза, қабығы мөлдір
Аузы	Жабық	Жабық
Желбезектері	Желбезек қақпақшалары қозғалып, тірлігінің белгісі білінеді.	Ашық қызыл түстен күрең қызылға дейін. Шырышты созылған және мөлдір, желбезек қақпақтары жабық
Ішкі мүшелері	Құрсағы дөңес, ішкі мүшелері толығымен ажыратылады.	Құрсағы қампимаған, ішкі мүшелері жақсы ажыратылады.
Бұлшықеттері	Тығыз, иілгіш, еті сүйектен оңай бөлінбейді.	Тығыз, балық иілмейді, еті сүйектен оңай бөлінбейді.
Су ішіндегі үлес салмағы	Батып кетеді	Батып кетеді

1-кестедегі тексеру нәтижелеріне сүйене отырып, тексеруге алынған жергілікті «шунгит» минералы негізіндегі азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығының және салыстырмалы түрде алынған азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығының сезімдік көрсеткіштері жоғары және балғын екендігі анықталды.

Жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығы мен салыстыру үшін алынған минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығы етінің сапасын салыстырмалы түрде анықтау үшін, қышқылды сілтілік орта мөлшері анықталды, ол рН көрсеткіші бойынша жүргізілді. Африкалық жайын етінің құрамындағы көмірсуларының мөлшері және ет ферменттерінің белсенділігі еттегі сутек иондарының концентрациясына байланысты. Жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығынан алынған сынамалар және салыстыру үшін алынған минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығынан алынған сынамалардың қышқылды сілтілік ортасы рН-340 иономерінің көмегімен тексерілді. Зерттеу нәтижесі бойынша, жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығы етінен алынған сынамалардың рН $6,9 \pm 0,2$ болса, салыстырмалы түрде алынған минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығы етінен алынған сынамаларда ол $6,8 \pm 0,2$ болғандығы анықталды. Яғни, минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығы етінен алынған сынамалар құрамындағы қышқылды сутек ортасы жергілікті шунгит минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығы етінен алынған сынамалар құрамындағы мөлшерден $0,1 \pm 0,2$ жоғары болғандығы анықталды (2 кесте).

Етте пероксидаза ферменті болса, сутегінің асқын тотығын ыдыратып, түзілген қышқыл бензидинді тотықтырады. Реакция нәтижесінде пайда болған парахинондиимид, толық тотықпаған бензидинмен көкшіл-жасыл, кейіннен қоңыр түсті қоспа түзеді. Бұл реакция пероксидаза ферментінің белсенділігіне байланысты. Пероксидаза ферментінің белсенділігі басқа ферменттер секілді ортаның рН-на байланысты, дегенмен толық сәйкестілік байқалмайды. Жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығы мен салыстыру үшін алынған минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығы етінің

сапасын салыстырмалы түрде анықтау үшін тексеруге әкелінген балықтардың желбезегінен сынамалар алынып, реакциялар жүргізілді. Зерттеу нәтижесі бойынша, реактивтер көкшіл-жасыл түске боялып, бірнеше минуттан соң қоңыр түске енді (оң реакция). Яғни, тексерілген балықтар сапасы жоғары (2-кесте).

2 кесте - Африкалық жайын етінің сапалық көрсеткіштері, (n=10)

Көрсеткіштер	pH	Пероксидаза реакциясы (желбезегінен)	AAA
Жергілікі «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығы сынамалары	6,9±0,2	оң реакция	0,68
Минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығы сынамалары	6,8±0,2	оң реакция	0,66

Тексерудегі Алматы облысы Шонжы елді мекенінде орналасқан "ASYL TAS ENGINEERING" жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің бассейндерінде өсірілетін жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығынан алынған сынамалар және салыстыру үшін алынған минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығынан алынған сынамалардың сапасы аминді аммиакты азоттың мөлшері арқылы анықталды. Ол бойынша колбаға 10 мл сығындының 1:4 есебімен дайындалған сүзіндісі алып, оған 40 мл дистильденген су және 3 тамшы фенолфталеиннің 1%-ды спирттегі ерітіндісі қосылды. Қоспа 0,1 н күйдіргіш натр ерітіндісімен қызғылт түске ауысқанша бейтараптандырылып, үстінен 10 мл фенолфталеин бойынша бейтараптандырылған формалин қосылды. Сонан соң, қоспа екінші рет 0,1 н күйдіргіш натр ерітіндісімен тағы да қызғылт түске енгенше титрленді. Аминді-аммиакты азоттың мөлшері 0,66-0,68 мг-ға дейін болды. Яғни, тексерілген жайын балығы етінің балауса екендігі анықталды.

«Ветеринариялық (ветеринариялық-санитариялық) қағидалар (2015) талаптарына сәйкес, ет сапасына күдіктенген жағдайда, қосымша зерттеулер жүргізіледі. Зерттеу нәтижелері бойынша жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығының еті және салыстыру үшін алынған минерал-

ды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығы еттің сорпасының тұнықтығы мен жұпарлығын бағалау үшін, етті екі рет скальпельмен бұлшықет аралық ұлпаларының астынан кесіп, 70 г етті ет тартқышта ұсақталған, 20 г мыжғыланған етке 60 г дистилденген су құйып, араластырылып, бетін жауып, қайнап жатқан су моншасына 10 минутқа қалдырылды. Сорпаның хош иісі будың пайда болған мезетінде, яғни температурасы 80-85⁰С анықталса, сорпаның мөлдірлігі цилиндрге құйып, тексерілді. Яғни, тексерілген жайын балығынан алынған сынамаларды өзіндік хош иісті, балауса екендігі анықталды (3 кесте).

3 кесте - Африкалық жайын балығы етін зертханалық зерттеу нәтижелері

Көрсеткіштер	Қайнату сынамасы	Бактероскоптау	
		Беткі қабаты	Тереңі
Жергілікті шунгит минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығынан алынған сынамалары	Сорпасы хош иісті, мөлдір	2-4	-
Минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығынан алынған сынамалары	Сорпасы хош иісті, мөлдір	3-5	-

Бактериоскоптық тексерулер үшін еттің ішкі қабатынан жұғынды дайындалды. Ол үшін ағзаның беткі қабаты ыстық қалақшамен немесе басқа да металл құралмен күйдіріліп, ішкі жағынан бір бөлігі кесіп алынып, төсеніш шыныда 2-10 жұғынды дайындалды. Жұғынды ауада кептіріліп, спирт шамының жалынында бекітіліп, Грамм әдісімен боялды. Микроскоптау иммерсиялық жүйемен жүргізілді. Сонымен, жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығынан алынған сынамалар және салыстыру үшін алынған минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығынан алынған сынамалардың беткейінен алынған жағындыда бірлі жарым микробтар кездессе, тереңінен алынған жағындыда микробтар байқалмады. Яғни, балық еті ластанбаған, таза.

Жалпы, еттің сіңімділігі, құнарлылығы, тиімділігі және тағамдық құндылығы құрамындағы аминқышқылдарының құрамы мен мөлшеріне байланысты. Ағзаға қажетті барлық алмаспайтын аминқыш-

қылдары болғандықтан, ет құрамындағы нәруыз толық бағалы болып саналады. Организмде белгілі бір алмастырылмайтын аминқышқылы жетіспесе, онда сол қышқылдың биологиялық маңызына байланысты әр түрлі ауытқулар болуы ықтимал. Сондықтан, жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығы мен салыстыру үшін алынған минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығы етінің сапасын салыстырмалы түрде анықтау үшін етінің құрамындағы аминқышқылдарының мөлшерін тексеру өзекті мәселе болып табылады (4-кесте). Зерттеу нәтижелері бойынша, жергілікті шунгит минералды қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығынан және минералды азықтық қоспамен азықтанған африкалық жайын етінен сынамалар алынып, олардың құрамындағы аминқышқылдары салыстырмалы түрде зерттелді.

Құнды нәруыздар жұмыртқа, сүт, ет және балықтан дайындалған өнімдер құрамында көптеп кездеседі. Олар цитоплазманың, гормондардың, ферменттердің, жасуша ядросының және т.б. заттардың құрамына кіреді. Өсіп келе жатқан ағза үшін нәруыздың маңызы ерекше. Олар ас қорыту мүшелерінде аминқышқылдарына ыдырап, қан арқылы жасушаларға таралады. Алмастырылмайтын аминқышқылдары ағзада үнемі түзіліп, әрі бір мезгілде ыдырап отырады. Зертханалық зерттеу қорытындысы бойынша, тексеру үшін әкелінген жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығының етінен алынған сынамалар құрамында алмастырылмайтын аминқышқылдары мөлшері 9188 мг/100г болса, салыстырмалы түрде алынған тексеру үшін әкелінген минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығының етінен алынған сынамалар құрамындағы алмастырылмайтын аминқышқылдары мөлшері 8605 мг/100г екендігі анықталды. 4 кесте қорытындысы бойынша алмаспайтын аминқышқылдарының орташа көрсеткіші Алматы облысы Шонжы елді мекенінде орналасқан "ASYL TAS ENGINEERING" жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің бассейндерінде өсірілетін жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығының етінен алынған сынамалар құрамындағы мөлшер Алматы облысы Шонжы елді мекенінде орналасқан "ASYL TAS ENGINEERING" жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің бассейндерінде өсірілетін минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығының етінен алынған сынамалар құрамындағы мөлшерден 583 мг/100г жоғары екендігі анықталды.

4 кесте - Жайын балығы етінің құрамындағы аминқышқылдарының жалпы мөлшері, мг/100 г есебімен, (n=10).

Аминқышқылдары	Жергілікті шунгит минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығынан алынған сынамалар	Минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығынан алынған сынамалар
Алмастырылмайтын аминқышқылдары:	9188±1,2	8605±1,5
Алмастырылатын аминқышқылдары:	9532±1,3	9427±1,5
Аминқышқылдарының жалпы мөлшері:	18720±2,5	18032±2,6

Алмастырылатын аминқышқылдары жануарлар ағзасына азықпен бірге қабылдануы қажет. Зертханалық зерттеу қорытындысы бойынша, тексеру үшін әкелінген жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығының етінен алынған сынамалар құрамында алмастырылатын аминқышқылдары мөлшері 9532 мг/100г болса, салыстырмалы түрде алынған тексеру үшін әкелінген минералды азықтық қоспамен азықтандырылған африкалық жайын балығының етінен алынған сынамалар құрамындағы алмастырылатын аминқышқылдары мөлшері 9427 мг/100 г екендігі анықталды. 4-кесте қорытындысы бойынша алмасатын аминқышқылдарының орташа көрсеткіші Алматы облысы Шонжы елді мекенінде орналасқан «ASYL TAS ENGINEERING» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің бассейндерінде өсірілетін жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығының етінен алынған сынамалар құрамындағы мөлшер Алматы облысы Шонжы елді мекенінде орналасқан «ASYL TAS ENGINEERING» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің бассейндерінде өсірілетін минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығының етінен алынған сынамалар құрамындағы мөлшерден 105 мг/100 г артық болғандығын көрсетті.

Қорытынды. Алматы облысы Шонжы елді мекенінде орналасқан «ASYL TAS ENGINEERING» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің бассейндерінде өсірілетін жергілікті «шунгит» минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығы-

ның етінен алынған сынамалар және минералды азықтық қоспасымен азықтандырылған африкалық жайын балығының етінен алынған сынамалар құрамындағы адам ағзасына қажетті барлық алмасатын және алмаспайтын аминқышқылдары кездеседі. Сонымен қатар, жайын балығы еті сезімдік көрсеткіштері мен ветеринариялық-санитариялық сараптау қорытындысы бойынша құнарлы, сапалы тағамдық өнім болып табылады.

Әдебиеттер

1 Жумагелдиев А.А., Ромашев К.М., С. Қырықбайұлы. Ветеринариялық-санитариялық сараптау: Оқулық. – Алматы: ҚазҰАУ, 2018. - Б.633-635.

2 С. Қырықбайұлы, Т.Телеуғали. Ветеринариялық санитариялық сараптау: практикум. – Алматы, 2017. Б.227-231.

3 Шуклин Н.Ф., Кирикбаев С., Жумагелдиев А.А. Экспертиза доброкачественности и радиационной безопасности продуктов. Их стандартизация и сертификация. – Алматы, 2016. [Shuklin N.F., Kirikbaev S., Zhumageldiev A.A. Ekspertiza dobrokachestvennosti i radiatsy`onnoy bezopasnosti produktov. Ikh standartizatsiya i sertifikatsy`ya. Almaty, 2016]

4 Жумагелдиев А.А., Ромашев Қ.М., Рожаев Б.Г., Бурхан М., Айдарбекова А.А. Қаз етінің химиялық және аминқышқылдық құрамы // Ізденістер, нәтижелер. Алматы, 2020. - №01. - Б. 78-83.

5 Матенова Н.М., Жумагелдиев А.А. Аминокислотный состав барсучьего мяса // Новости науки Казахстана. – 2019. №2(140). - С. 167-174. [Matenova N.M., Zhumageldiev A.A. Aminokislotny`j sostav barsuch`ego myasa. Novosti nauki Kazakhstana, 2019.-No2(140).-S.167-174]

Жумагелдиев А.А. – ветеринария ғылымдарының кандидаты.

U_]S&+) 4 а U]`fi`

Зарханова А.Ж. – магистрант. zarhanova@inbox.ru

Бердикулов М.А. – ветеринария ғылымдарының кандидаты.

berdikulov.ma@mail.ru

Байдилдаева І.Қ. - ветеринария ғылымдарының магистрі.

inkarkausar@mail.ru

Асқарова М.О. - ветеринария ғылымдарының магистрі.

madina_19021995@mail.ru

ЭКОЛОГИЯ

МРНТИ 87.21.23

*С.В. Нечипуренко¹, С.А. Ефремов¹, С.Н. Калугин²,
А.К. Кайайдарова¹*

¹Центр физико-химических методов исследования и анализа
Казахского национального университета им. аль-Фараби,
г. Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет им.аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ СТИМУЛЯЦИИ ДЕСТРУКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. Исследования посвящены разработке технологии получения модифицированных сорбентов, предназначенных для детоксикации почв, подверженных влиянию ракетно-космической деятельности. Изучены структура сырьевого источника и физико-химические показатели модифицированных сорбентов, проанализирована экологическая обстановка на местах падения отделяющихся частей ракетносителей. Изучено влияние модифицированных сорбентов на активность деструктивных процессов компонентов ракетного топлива в почвах. При внесении в почву модифицированных сорбентов с высокой деструктивной функцией по отношению к продуктам трансформации ракетного топлива, скорость деструкции данных токсикантов повышается в несколько раз, что позволяет в более короткие сроки рассматривать восстановление плодородия почвы.

Ключевые слова: модифицированные сорбенты, углерод-минеральные породы Восточного Казахстана, ракетно-космическая деятельность, деструкция.

• • •

Түйіндеме. Мақалада зымыран-ғарыштық жұмысының әсеріне ұшыраған топырақтарды детоксикациялану үшін модификацияланған сорбенттерін алу технологиясын әзірлеуге арналған жұмысы ұсынылған. Шикізат көзінің құрылымы мен модификацияланған сорбенттерінің физика-химиялық көрсеткіштері зерттелген және зымыран тасығыштардың бөлінетін бөліктерінің құлау орындарындағы экологиялық жағдай талданды. Топырақтағы зымыран отыны компоненттерінің деструктивті үдерістерінің белсенділігіне модификацияланған сорбенттерінің әсері зерттелді. Топыраққа зымыран отынының өзгеру өнімдеріне қатысты жоғары деструктивті функциясы бар модификацияланған сорбенттерді енгізу кезінде осы токсиканттардың де-

струкция жылдамдығы бірнеше есе артады, бұл неғұрлым қысқа мерзімде топырақ құнарлылығын қалпына келтіруді қарастыруға мүмкіндік береді. **Түйінді сөздер:** модификацияланған сорбенттері, Шығыс Қазақстанның көміртек-минералды тұқымы, зымыран-ғарыштық жұмысы, деструкция.

• • •

Abstract. The article presents the work devoted to the development of technology for obtaining modified sorbents intended for detoxification of soils affected by missile launches into the. The structure of the raw material source and physical and chemical parameters of modified sorbents were studied, and the environmental conditions at the location contaminated by the impact with the disposable missile stages was analyzed. The influence of modified sorbents on the speed of destructive processes of rocket fuel components in soils was studied. When modified sorbents with high destructive action in relation to the products of rocket fuel in the contaminated soil, the rate of destruction of these toxicants increases several times, which allows us to consider the restoration of soil fertility in a shorter time.

Keywords: modified sorbents, carbon-mineral rocks of East Kazakhstan, rocket and space activities, destruction.

Введение. В начале 60-х годов XX века человечество впервые стало осознавать серьезность встающих перед ним экологических проблем и хрупкость самого существования жизни на планете Земля. Проблемы экологии актуальны и в настоящее время. Ученые, политики, общественные и религиозные деятели всего мира едины в одном - проблемы загрязнения окружающей среды требуют немедленного внимания и решения. Технический прогресс последнего столетия нарушил и изменил существующий в мире баланс сил Природы. Появилась реальная угроза глобальных катастроф. Загрязнение природной среды газообразными, жидкими и твердыми веществами и отходами производства, вызывающее деградацию среды обитания и наносящее ущерб здоровью населения, остается наиболее острой экологической проблемой, имеющей приоритетное социальное, экологическое и экономическое значение. В экологическом аспекте любые химические загрязнения являются чужеродным комплексом в экосистеме, и их принято подразделять на четыре класса опасности: I - чрезвычайно опасные, II - высоко опасные, III - умеренно опасные и IV – малоопасные [1].

Космическая деятельность становится тем видом, которая определяет общий потенциал государства, его научные, технические, образовательные, социальные возможности. Ракетно-космическая дея-

тельность имеет специфическое влияние на окружающую природную среду. Специфичность воздействия ракетно-космической техники (РКТ) на окружающую среду заключается в том, что она воздействует практически на все геосферы Земли – от её поверхности до геостационарных орбит. К основным типам воздействия РКТ на окружающую природную среду относятся механическое, химическое, акустическое и электромагнитное [2]. Наличие на территории Республики Казахстан ракетно-космического комплекса «Байконур» приводит к обострению проблемы загрязнения окружающей среды компонентами ракетного топлива (КРТ) и продуктами их превращения в местах запуска ракетносителей и местах падения отделяющихся частей ракетносителя. В этой связи, всё более актуальными становятся вопросы локализации и дезактивации зараженных несимметричным диметилгидразином (НДМГ) территорий [3].

На рисунке 1 представлена карта районов падений первых ступеней отделяющихся частей ракетносителей на территории Казахстана.

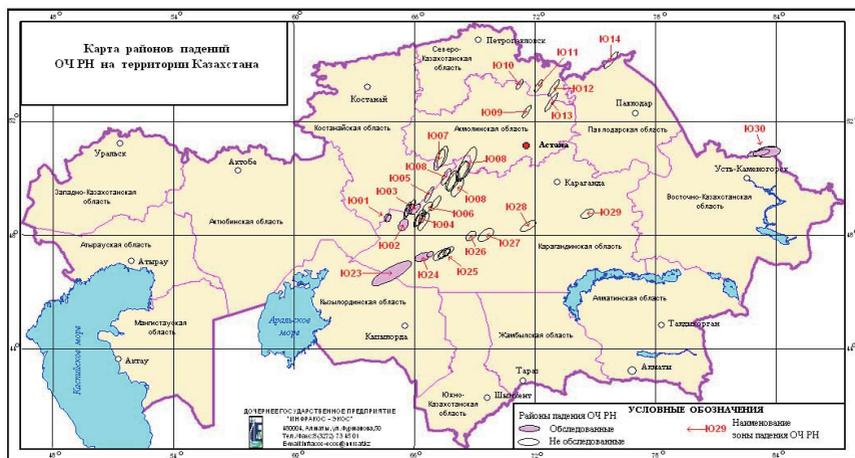


Рисунок 1 – Карта районов падений первых ступеней отделяющихся частей ракетносителей на территории Казахстана

Частые запуски ракет и аварийные ситуации, загрязняют районы падения отделяющихся частей, обломками ракетной техники, продуктами сгорания, распада неотработанных ресурсов ракетного топлива, нарушают естественное природно-экологическое равновесие и

прямо или косвенно пагубно влияют на человека, окружающую его природно-хозяйственную среду. Основными факторами негативного воздействия ракетно-космической деятельности на окружающую природную среду в районах падения (РП) отделяющихся частей ракетоносителей являются (ОЧРН):

- 1) загрязнение отдельных участков почвы, поверхностных и грунтовых вод компонентами ракетных топлив;
- 2) засорение территорий районов падения элементами отделяющихся конструкций ракетоносителей;
- 3) аварии, возможность взрывов и возникновения локальных очагов пожаров при падении ступеней средств выведения;
- 4) механические повреждения почвы и растительности, в том числе при последующей эвакуации отделяющихся частей ракетоносителей.

Экологическая нагрузка на территории районов падения находится в прямой зависимости от количества космических объектов, выведенных на орбиты. По данным телеметрических измерений, среднее значение остатков компонентов ракетного топлива в баках при одном пуске составляет: горючего – 0,3-2,0 т., окислителя – 1,2-4,0 т. [4]. Таким образом, падение первых ступеней ракет с высоты 50-120 км сопровождается проливом в почву и водоемы до 0,6 ÷ 2,0 т НДМГ и 1,4-6,0 т тетраоксида азота. Предельно допустимая концентрация НДМГ составляет 1 мкг/м³ или 1 кг/км³ воздуха, следовательно, 2 т НДМГ отравляют 200 000 м³ воздуха. Испарение пятна НДМГ с земли охватывает территорию радиусом 200-300м [5]. В местах разливов топлива формируются локальные, но более контрастные почвенные, биогеохимические и гидрохимические аномалии. Источниками вторичного загрязнения местности служат также обломки ракет, на поверхности которых обычно присутствуют остатки ракетного топлива (рисунок 2) [6].



Рисунок 2 - Почвенный покров мест падения ОЧРН - РП 25,15

Несмотря на возможность распространения загрязняющих веществ на большие расстояния, наблюдается и локализация загрязнения вокруг мест падения, объясняемая слабой подвижностью НДМГ, сорбированного почвой, и быстрым разбавлением компонента до безопасных концентраций (в период дождей и паводков). Одним из путей выноса НДМГ далеко за пределы районов падения являются грунтовые или поверхностные воды. По данным газохроматографического анализа с масс-спектрометрическим детектором Agilent G890N5973N и с жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектором НДМГ, попадая в экосистему, может частично трансформироваться в N-нитрозоамины, тетраметилтетразен (ТМТ), метилметиленигидразин (ММГ), диметиламин (ДМА) и другие азотсодержащие соединения с ярко выраженными канцерогенными свойствами [7-8] (рисунок 2). Для детоксикации почв, зараженных ракетным топливом - 1,1 – диметилгидразином (НДМГ) и продуктами его окисления нитрозодиметиламином, метилтриазолом (НДМА, МТА и др.), предложены различные химические, физико-химические, термические, механические, микробиологические методы [9]. Однако зачастую природно-климатические условия Центрального Казахстана делают невозможным использование многих из них. При выборе того или иного метода детоксикации почв необходимо основываться на следующих требованиях:

- экспресс-определение мест, зараженных КРТ, и концентрации последних;
- разработке технологического регламента ведения процесса дезоксидации с учётом материального баланса (почва-загрязнитель, соотношение «очиститель-загрязнитель» -почва);
- минимальное аппаратное оформление, что особо важно для труднодоступных мест;
- проведение работ в минимальные сроки;
- эффективность обезвреживания (после лабораторных исследований, неоднократные полевые испытания в широком временном интервале, по времени года).

Анализ литературных источников [10] показал, что одним из перспективных является адсорбционный метод очистки, основные тенденции развития которого - поиск наиболее дешевых и эффективных материалов, совершенствование технологий регенерации и утилизации сорбентов. Адсорбционные методы детоксикации НДМГ получили наиболее широкое распространение [11]. Их применяют как для

локализации проливов, так и для очистки природных и сточных вод. Использование сорбентов позволяет значительно сократить количество НДМГ, попадающего в атмосферу. В качестве сорбентов используются разнообразные как природные (торф, природные алюмосиликаты), так и синтетические (активные угли, ионообменные смолы, полимерные материалы и др.) вещества. Однако эти методы не позволяют полностью очистить загрязненную почву от ракетного топлива и продуктов его трансформации. С помощью этих методов возможно сократить содержание продуктов ракетного топлива в почве, в некоторых случаях до 80% пролитого топлива. После проведения очистки сорбентами необходимо проводить доочистку для того, чтобы снизить уровень концентрации НДМГ до нормативов предельно-допустимых концентраций (ПДК). Известен метод детоксикации почв, загрязненных НДМГ, с применением торфяного сорбента-катализатора [12]. Метод, разработанный Российским научным центром «Прикладная химия», основан на использовании в качестве сорбционного материала верхового торфа, обработанного раствором ортофосфорной кислоты с введением добавок, катализирующих процессы самоочистки. В качестве каталитических агентов используются соли переходных металлов - Cu, Mo, Mn и др. Известен адсорбционно-каталитический метод очистки от гептила с использованием углеродных адсорбентов. Этот метод предполагает проведение регенерации сорбента для снижения экономических затрат [13]. Авторами [14] предложен эффективный сорбционный метод с использованием полимерной пены для сорбции неотработанного топлива в баках непосредственно во время его падения. Исходя из приведенных данных, этот метод очень эффективен и позволяет значительно снизить количество топлива, проливающегося на поверхность земли.

Учитывая вышеизложенные факторы, актуальными вопросами становятся поиски новых углерод-каталитических систем, способных эффективно и надежно восстанавливать почвы, подверженные нагрузкам от ракетно-космической деятельности. Таковыми могут выступать углерод-каталитические системы, основанные на доступных углеродных носителях. Для получения такого рода сорбентов-катализаторов предлагается использование практически невостребованных в Казахстане углерод-минеральных природных сланцев – шунгитовых пород, которые являются природными композиционными материалами, состав которых весьма разнообразен как по содержанию углерода и минеральных компонентов, так и по структуре. Шунгит -

тривиальное название аморфного углерода с присущими только ему, в отличие от других известных углеродных структур - сажи, графита, алмаза и карбена.

Шунгитовый углерод - это окаменевшая нефть, или аморфный, некристаллизирующийся, фуллереноподобный (т.е. содержащий определённые регулярные структуры) углерод, его содержание в породах составляет от 1% до 30%, также в нем присутствуют алюмосиликаты, оксиды щелочных металлов и следовые количества благородных и рассеянных металлов [15]. Шунгитовый углерод образует в породе матрицу, в которой равномерно распределены дисперсные силикаты со средним размером около 1 мкм. Наличие такого набора элементов и структура шунгита определяют его уникальные технологические и реологические свойства. В химической технологии шунгит представляет интерес как комплексный сорбент, природный катализатор или носитель катализаторов, обладающий одновременно свойствами углеродных и силикатных материалов. На практике шунгит, являясь прекрасным сорбционным материалом, может использоваться для очистки сточных вод от нефтепродуктов, фенолов и солей тяжелых металлов [16].

Многие авторы рассматривают шунгитовые породы, как эталонный представитель данного класса твердых битумов. По мнению С.Г. Глебашева с соавторами [17], Бакырчикскую группу шунгит-платиноидно-золото-сульфидных месторождений, выделяют в три типа шунгитоносных пород: высокоуглеродистый шунгитовый ($C_{\text{орг}}$ более 25%), среднеуглеродистый шунгитистый ($C_{\text{орг}}$ 5-25%), низкоуглеродистый шунгитсодержащий ($C_{\text{орг}}$ 1-5%), и ряд минеральных разновидностей шунгитоносных руд. Помимо углерода и минеральной фазы, шунгитовые породы обычно содержат в незначительных количествах растворимые органические вещества, представленные соединениями алифатического ряда, прежде всего насыщенными кетонами и эфирами, имеющими разветвленное строение, с очень незначительной примесью ароматических соединений [18]. Шунгитовые породы образуют, как природные залежи, так и отвалы после добычи и обогащения полиметаллических руд. В контуре только одного рудного тела – месторождение «Бакырчик», Восточно-Казахстанская область, Жарминский район, ресурсы составляют более 30 млн. т. Такие объемы достаточны для использования в промышленных масштабах.

Цель работы - получение модифицированных углерод-каталитических систем на основе минерального сырья Республики Казах-

стан - шунгита, изучение их основных физико-химических характеристик и модифицирование полученных углерод-минеральных сорбентов для успешной очистки почв от КЖРТ ракетносителя «Протон». В соответствии с поставленной целью, в рамках исследований решались следующие задачи:

1. Исследование физико-химических, структурных и адсорбционных характеристик шунгитовых пород Казахстана, расположенных в Восточно-Казахстанской области, Жарминский район, месторождение «Бакырчик».

2. Исследование морфологии загрязнения почв несимметричным диметилгидразином и динамики его поведения на участках мест падения первых ступеней ОЧРН «Протон», расположенных на территории Карагандинской области Центрального Казахстана.

3. Разработка эффективного углеродного катализатора дезактивации почв, зараженных КЖРТ, без нанесения дополнительного ущерба окружающей среде, с наименьшими экономическими затратами проведения обезвреживания ракетного топлива.

Методы исследования. При исследовании использованы образцы шунгита месторождения «Бакырчик», расположенного в Жарминском районе, Восточно-Казахстанской области.

Обогащение шунгитовых пород. Шунгитовые породы, являются природными углеродными залежами. Как известно, природные толщи, залегающие в рудном теле, в зависимости от глубины залегания и природообразующих факторов не стабильны по своему химическому составу (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав шунгитовых пород месторождения «Бакырчик»

№	C	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O
1	24,0	45,6	0,5	12,0	4,0	2,0	1,7	1,9	2,1	1,8	4,4
2	12,0	48,3	0,9	11,7	6,7	1,2	3,9	7,4	0,2	3,2	4,5
3	6,3	60,3	0,7	12,0	5,6	0,3	3,6	3,3	0,7	2,6	4,6
4	43,5	27,2	0,6	8,0	4,5	0,3	3,5	4,8	0,3	2,5	4,8
5	40,0	37,7	0,2	7,8	3,6	0,2	2,7	2,8	0,3	3,7	4,7

шунгитовый-углеродный концентрат, погрешность по углероду составляет ± 2,0 %

Необходимым требованием, предъявляемым к сырьевым, природным материалам, используемым в технологическом переделе, является постоянство химического и гранулометрического составов.

По этой причине были проведены работы по стабилизации химического состава шунгитовой руды, в первую очередь по углероду, путём флотационного обогащения. Флотационное обогащение проводили на флотационной машине серии ФМ-2М. Стабилизация состава предусматривает приведение исходной шунгитовой руды (содержание по углероду которой колеблется от 6,5 до 43,5%) к постоянному химическому составу. Экспериментально установлено успешное использование флотационных реагентов: собиратель – керосин осветлённый, обеспечивающий усиление способности флотируемых гидрофобной части зёрен прилипать к пузырькам воздуха, пенообразователь серии Flotol, регулятор-депрессант гидрофильной части руды - жидкое стекло. Такое сочетание флотационных реагентов позволяет в одну стадию без дополнительных операций стабилизировать содержание углерода до 40,0% [19]. Режимы и результаты флотации представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Реагентные режимы и результаты флотационного обогащения

№ опыта	Расход флотореагентов, см ³ (на 1 кг породы)			Время контак- та, мин.	Выход концен- трата, %	Содер- жание углеро- да, % мас.	Извлече- ние углеро- да, %
	Соби- ратель, керосин	Пено- образо- ватель, Flotol B	Регулятор, жидкое стекло				
1	1,6	1,0	-	20	40,2	40,1* 1,8**	93,4
2	2,0	1,5	5,0	20	40,6	44,9* 1,1**	96,8

*- содержание углерода в концентрате; **- содержание углерода в отходах флотации

Образцы 1 и 2 аналогичные в исходном состоянии, различие составляет реагентный режим.

Для дальнейшей работы использовался шунгитовый-углеродный концентрат, образец № 5, таблица 1.

Приготовление модифицированных углеродных катализаторов. Шунгитовый углеродный концентрат представляет собой однородную порошкообразную массу, с дисперсностью менее 74,0 мкм, черного цвета, воздушно сухую. В качестве модифицирующих агентов использовались сухие соли ионов переходных металлов, хлорид

железа (III) для первой серии и оксид марганца (IV) для второй серии углеродных катализаторов, в обоих случаях процентное количество составляло 10% от общей массы сорбента. Выбор катализаторов - марганец и железо, были обусловлены, как одни из наиболее активных окислителей способных к деструкции НДМГ и продуктов его трансформации до аминов с более высокими, допустимыми до аборигенных почв позиционного района падения ОЧРН, показателями ПДК. При определении концентраций введения модифицирующих агентов 10% хлорида железа (III) и 10% оксида марганца (IV), учитывался химический состав углеродного концентрата, в котором присутствуют, кроме активного аморфного углерода, также и алюмосиликатная часть – оксиды металлов, которые также, в свою очередь, оказывают каталитическую активность. Модифицирование сорбента проводили путём механического взаимодействия флотоконцентрата с катализаторами до равномерного распределения по всему объёму шихты. Шихту предварительно увлажняли, для более эффективного распределения модифицирующих агентов по всему объёму. Следующей операцией было гранулирование углерод-каталитической массы до гранул $0,5 \div 2,0$ мм. Грануляцию проводили путём пропускания пастообразной углерод-каталитической массы через фильеру диаметром 1мм, с последующей сушкой 2,5-3,0 ч., при температуре 105,0°C в сушильном шкафу. Эта операция необходима для последующего отделения сорбента от исследуемой почвы, после ключевого времени контакта: 1, 6, 16 и 24 ч. Операции по приготовлению углерод-каталитических сорбентов аналогичны, как при использовании хлорида железа (III), так и для оксида марганца (IV).

Определение физико-химических показателей углерод-каталитических сорбентов. Для определения удельной поверхности шунгитового сорбента применяли динамический метод тепловой десорбции [20], суть которого заключается в изменении теплопроводности газового потока (гелий или водород с добавкой азота или аргона), проходящего через трубку с измеряемым образцом и определении количества смеси газов (аргон 95 % и гелий 5 %), адсорбированного на образце из газовой смеси при охлаждении его жидким азотом и десорбированного при последующем разогревании образца до температуры 100°C. Для определения *сорбционной ёмкости* модифицированного углерод-минерального сорбента (МУМСа) по отношению к КЖРТ, навеску сорбента помещали в ёмкость с плотно притертой пробкой и добавляли раствор НДМГ с заданной концентрацией, в соотношении твердой и

жидкой фаз 1:5. После 3-х часового перемешивания и 24 часов отстаивания осуществляли разделение жидкой и твердой фаз.

Удельную сорбционную емкость (мг/г) рассчитывали по формуле:

$$a = (m_0 - m) \cdot q$$

m_0 - исходное содержание вещества, г;

m - масса вещества, оставшегося не адсорбированным, г;

q - навеска сорбента, г.

Метод определения влажности основан на высушивании испытуемых образцов в сушильном шкафу при (160 ± 5) °С и вычислении по разности масс. В случае определения общей влаги рабочей пробы навеска образца составляла $(10 \pm 0,1)$ г, для определения влаги аналитической пробы с размерами частиц менее 0,2 мм отбирали навеску $(1 \pm 0,1)$ г. Массовую долю общей влаги, а также влаги аналитической пробы (W) вычисляли в % мас. по формуле:

$$W = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100$$

m_1 – потеря массы при высушивании образца, г;

m_2 – масса навески образца, г.

Погрешность измерения в случае определения общей влаги составляла 0,3%, в случае определения влаги аналитической пробы $\pm 0,2\%$ при доверительной вероятности 95%. Для определения суммарного объема пор, предварительно высушенный до постоянного веса образец сорбента, помещали во взвешенный мерный цилиндр емкостью 100 см³ (диаметр 25 мм). Наполнение цилиндра до метки 100 см³ осуществляли порциями по 15-20 см³, с уплотнением сорбента после помещения каждой порции до (300 ± 10) г/л. Цилиндр с сорбентом взвешивают с точностью до 0,01 г и наполняют ацетоном до постоянного уровня ацетона над слоем сорбента. Через 30 мин. избыток ацетона сливают в цилиндр с сорбентом и взвешивают. Пористость по ацетону X (в объем. %) вычисляют по формуле:

$$X = (G''_{ц.с.} - G_{ц.с.}) \cdot 100 / \rho V = G''_{ц.с.} - G_{ц.с.} / \rho V$$

где $G_{ц.с.}$ - вес цилиндра с сорбентом до пропитывания, г;

$G''_{ц.с.}$ - вес цилиндра с сорбентом, пропитанным ацетоном, г;

ρ - плотность ацетона при температуре опыта, г/см³;

V - 100 см³ – объем активного сорбента.

ИК-спектроскопический анализ шунгитовых пород проводили на ИК-спектрофотометре Bruker Avance 600. Для подготовки твердых

образцов были спрессованы таблетки KBr, содержащие тонкодисперсный образец исследуемого материала.

Рентгенодифракционный анализ. При исследовании многокомпонентных углеродных систем особую роль приобретает рентгенографический количественный фазовый анализ. Этот метод позволяет, наряду с уверенной диагностикой любого углеродного компонента, однозначно определять динамику и механизм фазовых преобразований природных или синтетических углеродных систем в процессе воздействия на них различных физико-химических факторов. Рентгенодифракционный анализ шунгитовых пород осуществляли на приборе Ultima IV X-Ray Diffractometer.

Анализ почв. Исследуемые образцы почвы, зараженные КЖРТ – ключевые участки мест падения первых ступеней ОЧРН и фоновые – по периметру позиционного района падения первых ступеней ракетоносителей. Позиционный РП 15/25 первых ступеней ракетоносителей «Протон» расположен на юго-западе Улытауского района Карагандинской области Казахстана. Координаты центров и площади районов падения даны в таблице 3.

Таблица 3 – Координаты отбора представительных проб почв с мест падения первых ступеней ракетоносителя «Протон»

№ зоны	Форма участка	Координаты центра	Размер осей, км	Азимут большой оси, град.	Площадь участка, тыс. га
Ю-24 (РП 15/ 25)	Огибающая эллипсом	47°20'30" 66°46'30" 47°14'00" 66°23'00"	27x18 60x30	65 65	160

Результаты полевых исследований по диагностированию почвенного покрова показали, что территория РП 15/25 представлена, в основном, средне- и тяжелосуглинистыми, а также глинистыми типами почв. Поэтому для исследования были выбраны участки мест падения ОЧРН, для почвенных покровов которых характерны данные типы почв. При получении модельных образцов в отобранную из позиционного района падения почву, вносили раствор НДМГ с концентрациями наиболее встречающимися в местах падения ОЧРН в позиционном районе, которые составляли от 0,8 мг/кг, что соответствует 80 ПДК для почв, до показателя 1,2 мг/кг, что составляет 120 ПДК для почв. После заражения почву тщательно механически перемешивали до получения однородной массы.

Проведение лабораторного модельного эксперимента детоксикации почвы от компонентов КЖРТ. Для нахождения оптимальных условий детоксикации исследуемых почв было изучено влияние ряда факторов на сорбционно-каталитическое разложение НДМГ и продуктов его трансформации: влажность почвы, соотношение почва ÷ модифицированный углерод-минеральный сорбент (МУМС), время контакта почвы с сорбентом и температура. В химические стаканы, объемом 1500 мл, помещали почву 500 г и сорбент в расчетных соотношениях. Влажность почв была максимально приближена к условиям полевых образцов, позиционного района ОЧРН. Почву тщательно перемешивали с сорбентом по всему объему и выдерживали на открытом воздухе при комнатной температуре в заданном промежутке времени. Промежутки времени, через которые проводили отбор проб, составили: 1, 6, 16 и 24 ч. По истечении контрольных промежутков времени осуществляли отбор проб почвы и сорбента для определения на содержание КЖРТ и продуктов его трансформации. Почву отделяли от гранулированного сорбента при помощи ситового метода. Для исключения погрешности чистоты эксперимента, учёта влияния аэрации в данных условиях, ставился контрольный опыт без сорбента. Параллельно в химические стаканы того же объема помещали зараженную почву, которая, как и экспериментальные образцы, была подвержена механическому перемешиванию, и далее производили анализ проб на содержание КЖРТ и продуктов его трансформации. Эта операция необходима, для учета потери КЖРТ из почвы за счёт окисления кислородом воздуха. Промежутки времени отбора контрольных проб, как и экспериментальных образцах составили 1, 6, 16 и 24 ч.

Определение КЖРТ и продуктов трансформации. Определение НДМГ в почвах проводилось согласно методике выполнения измерений массовой концентрации подвижных форм несимметричного диметилгидразина в почве методом обращенно-фазовой хроматографии со спектрометрическим детектированием с п-нитробензальдегидом. Метод измерения основан на кислотном извлечении НДМГ из почвы, щелочном отгоне с паром НДМГ в раствор уксусной кислоты, взаимодействии с п-нитробензальдегидом и определении продукта дериватизации методом жидкостной обращенно-фазовой хроматографии со спектрофотометрическим детектированием при длине волны – 390 нм. Измерение концентраций КЖРТ и продуктов трансформации проводили на газовом хроматографе с масс-спектрометрическим детектором Agilent 6890N/5973N и с использованием жидкостного

хроматографа с диодно-матричным детектором, четырехканальным градиентным насосом и микродегазатором Agilent +1100 series.

Степень извлечения КЖРТ рассчитывали по формуле:

$$\varepsilon = (C_0 - C) / C_0 \cdot 100 \%,$$

C_0 – исходное содержание КЖРТ в почве, мг/кг;

C – содержание НДМГ в почве в контрольные отрезки времени, мг/кг.

Результаты и обсуждение. В результате исследований разработана принципиальная технологическая схема получения модифицированных шунгитовых углеродных-катализаторов с флотационным обогащением. Основные характеристики процесса флотации, режим и расход флотационных реагентов обогащения шунгитовой руды отображены в таблице 2. В процессе флотации был получен концентрат, стабильный по химическому составу, образец № 5 (таблица 1). Химический состав продуктов обогащения представлен следующими компонентами: С (40,0%); SiO₂ (37,7%); TiO₂ (0,2%); Al₂O₃ (7,8%); Fe₂O₃ (3,6%); CaO (2,8%); MgO (2,7%); Na₂O (0,3%); K₂O (3,7%). Завершающей стадией получения углерод-каталитических систем является модифицирование ионами переходных металлов. Результаты определения оптимальных концентраций представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние концентрации переходных металлов на процесс детоксикации почв, зараженных НДМГ

Модификатор Fe ³⁺ или Mn ⁴⁺ , %	Время сорбции, ч	C ₀ , мг/кг	C _p , мг/кг	ε, %
10 - Fe ³⁺	24	23,6	не обнаружен	100%
5 - Fe ³⁺	24	23,6	1,4	94%
3 - Fe ³⁺	24	23,6	0,6	98%
10 - Mn ⁴⁺	24	23,6	не обнаружен	100%
5 - Mn ⁴⁺	24	23,6	1,2	98%
3 - Mn ⁴⁺	24	23,6	0,5	94%

Для эффективного использования МУМС необходимы знания их структурных и текстурных характеристик, таких как величина удельной поверхности, объем пор, пористость и сорбционная обменная емкость к поллютанту. Характеристики пористой структуры МУМС (удельную поверхность, общий объем пор и пористость) устанавливали методом БЭТ по адсорбции азота при 77К. Сорбционные свойства полученных МУМС по отношению к водороду определяли при 77К и давлении H₂ 6,5 МПа после предварительной подготовки образ-

цов под вакуумом при температуре 300°C в течение 2 ч. Десорбцию водорода осуществляли со скоростью подъема температуры 5°C/мин до 400 °С. Результаты определений представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Физико-химические свойства МУМС

Наименование показателя	МУМС Mn ⁴⁺	МУМС Fe ³⁺
Насыпная плотность, г/см ³	1,24	1,2
Влажность, %	4,5	4,79
Удельная поверхность, м ² /г	140	140
Суммарный объем пор, см ³ /г	0,452	0,450
Сорбционная емкость по НДМГ, мг/г	32	29
Пористость, %	35,58	35,50

Установлено, что наибольшей сорбционной ёмкостью, по отношению к НДМГ обладает углеродный катализатор на основе Mn⁴⁺, ёмкость составляет 32 мг/г. В полученной системе углеродного шунгитового концентрата наибольший вклад в сорбционные свойства представляет активный углерод. ИК-спектроскопическое исследование шунгитов и их концентратов позволило получить информацию о структуре шунгитового углерода и качественном составе функциональных групп на их поверхности. ИК-спектры исследуемых образцов представлены соединениями с карбонильной (1600-1800 см⁻¹), карбоксильной (1000-1300 см⁻¹), гидроксильной (3625±20 см⁻¹), карбоновых кислот (3530±20 см⁻¹) и аминной (3500-3300 см⁻¹) группами, что характеризует их сходство с промышленными активированными углями растительного происхождения. По данным спектров поглощения в пробах природного шунгита присутствуют: кварц α-SiO₂ -1163, 1098, 800, 780, 695, 519, 477, 399, 374 см⁻¹; мусковит KA₁2[(OH,F)₂] AlSi₃O₁₀] - 3620, 1033, 942, 532, 474, 428 см⁻¹; кальцит CaCO₃ - 1794, 1438, 877, 713 см⁻¹; кварц -SiO₂ -1172, 798, 779, 695, 474 см⁻¹; каолинит A1₄[(OH)₈ Si₄O₁₀] - 1105, 942, 914, 474, 428 см⁻¹; 5 НОН - 1610 см⁻¹; молекулы Н₂О-3448 см⁻¹, но отсутствуют полосы поглощения алифатических углеводородов. Эти данные хорошо коррелируют с данными рентгенофазового анализа, согласно которому в природном шунгите среди минеральных компонентов идентифицированы: гидрослюда (1,01 нм), кварц (0,426; 0,334; 0,137 нм), доломит (0,29; 0,22 нм), хлорит (0,353 нм), пирит (0,271; 0,241; 0,220 нм), сидерит (0,173; 0,1794; 0,1965;

0,234; 0,279; 0,357 нм) и полевой шпат (0,321 нм), количественное содержание которых изменяется от образца к образцу в силу непостоянства состава изучаемых пород. В высокочастотной области спектра наблюдаются полосы поглощения валентных колебаний метиленовых групп алифатических углеводородов ν CH_2 - 2926, 2855 см^{-1} . В длинноволновой области спектра наблюдается проявление валентных колебаний Ca-O 342, 319 см^{-1} , ν OH - 3424 см^{-1} , HOH - 1618 см^{-1} .

При обогащении шунгита относительно углерода появляются полосы поглощения метиленовых групп алифатических углеводородов ν CH_2 - 2928, 2855 см^{-1} . Скорее всего, именно из-за отсутствия алифатических углеводородов природный шунгит обладает менее выраженными адсорбционными свойствами по сравнению с шунгитовыми концентратами, в первую очередь за счёт отсутствия химических связей. Знание минералогического состава МУМС необходимо для того, чтобы после проведения работ по детоксикации почвы, не нарушать сложившийся аборигенный почвенный баланс в районах падения ОЧРН. В этой связи были проведены рентгенографические исследования шунгитовых пород, а также концентратов, в частности содержание углерода составляло в среднем 12,0 и 42,0% соответственно.

Регистрация рентгенограмм в диапазоне углов θ от 2° до 40° велась в режиме непрерывного сканирования с записью кривой рассеяния. Режим регистрации рентгенограмм подбирался в зависимости от минералогического состава проб: напряжение на аноде рентгеновской трубки – 30 кВ, сила тока – 20 мА. Рентгенографическое исследование природных шунгитовых пород показало, что исследуемые образцы представлены суммой углеродистого вещества и ряда минеральных компонентов. Причем, флотационное обогащение, а также модифицирование не оказывают существенного влияния на саму структуру шунгитового углерода, происходит лишь изменение минеральной составляющей. Аморфный углерод идентифицируется по широкому гало. Среди минеральных компонентов идентифицированы гидрослюда (1,01 нм), кварц (0,426; 0,334; 0,137 нм), хлорит (0,353 нм), пирит (0,271; 0,241; 0,220 нм), доломит (0,29; 0,22 нм), сидерит (0,173; 0,1794; 0,1965; 0,234; 0,279; 0,357 нм) и полевой шпат (0,321 нм), количественное содержание которых изменяется в зависимости от обогащения по углероду. Рентгенограммы представлены на рисунках 3-4. Результаты рентгенографического анализа представлены в таблице 6.

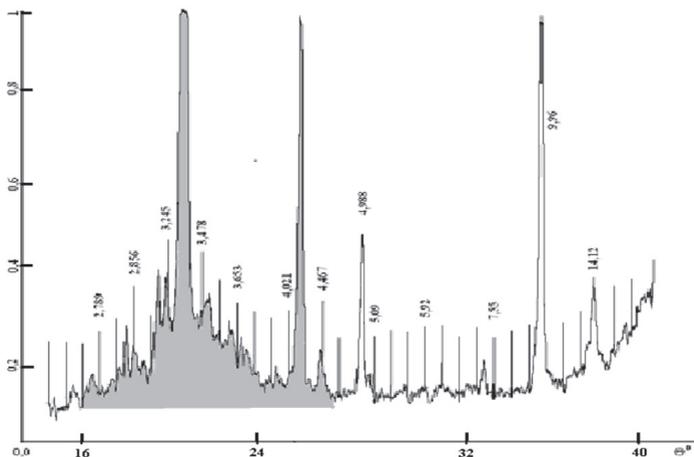


Рисунок 3 – Рентгенограмма шунгитовых пород (C~12,0%)

Для шунгитового углерода определены следующие рентгенографические параметры: межслоевое расстояние d_{002} , степень графитизации S_g , размеры областей когерентного рассеивания L_a и L_c вдоль кристаллографических осей a и c . Установлено, что шунгитовый углерод диагностируется по рефлексу с межслоевым расстоянием $d_{002} \sim 0,35$ нм в районе $18^\circ \div 32^\circ \theta$ (на рисунке рефлекс обозначен серым цветом). Были рассчитаны межслоевое расстояние, размеры областей когерентного рассеяния вдоль кристаллографических осей a и c : L_a – средний диаметр уложенных в пачки плоских фрагментов молекул, L_c – средняя толщина пачек, данные представлены в таблице. Как видно из таблицы 6, шунгитовый углерод характеризуется незначительными размерами областей когерентного рассеяния: в пределах 8,2 нм – по диаметру сетки и 2,6 нм – по толщине пакета.

Из данных таблицы 6 видно, что в усредненной пробе 1 природного шунгитового образца, количество углерода было определено равным 12,0%. Образец 2, после флотационного обогащения наиболее деминерализован, и содержание углерода достигает более 40,0%. Отсюда можно сделать вывод, что флотационное обогащение не вызывает существенных изменений структурных параметров графитоподобных компонентов шунгита.

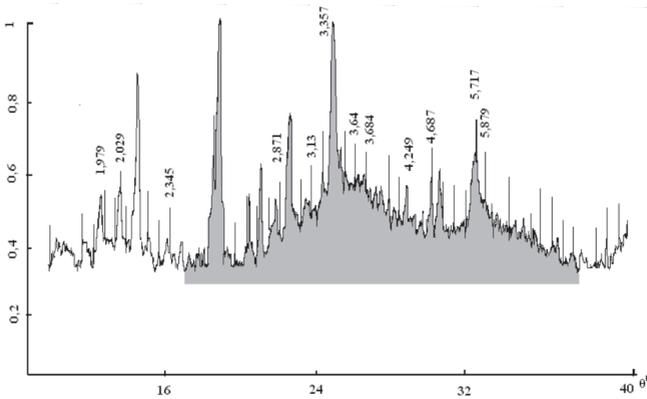


Рисунок 4 - Рентгенограмма флотационного концентрата шунгитовых пород (С~40,0%) с последующим модифицированием

Таблица 6 – Результаты рентгенографического анализа

№ пробы	d_{002} , нм	L_{nc} , нм	L_{na} , нм	С, %	Минеральные примеси
1	0,355	2,3	-	12,0	Гидрослюда, хлорит, кварц, пирит, сидерит, доломит, полевой шпат
2	0,356	2,6	8,2	40,0	Кварц, доломит, пирит

В результате окисления НДМГ возможно образование множества химических соединений как линейного, так и циклического строения, причем многие реакции протекают с образованием промежуточных соединений, которые имеют низкий порог ПДК и представляют опасность для окружающей среды. В таблице 7 представлен качественный и количественный составы продуктов трансформации НДМГ в почве.

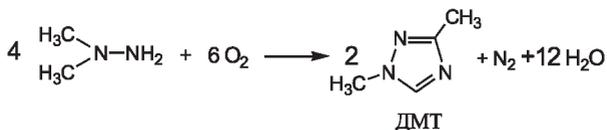
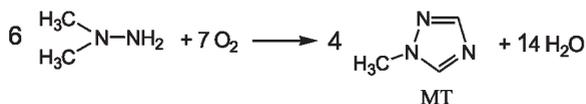
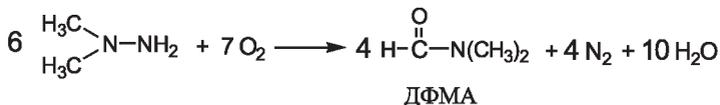
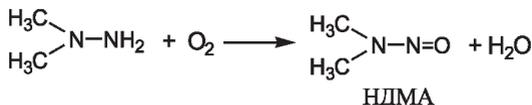
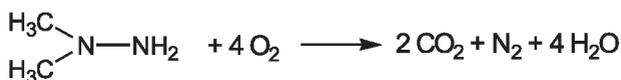
Таблица 7 – Содержание НДМГ и продуктов его распада в исследуемой почве

Содержание, мг/кг				
НДМГ	НДМА	ДМФА	МТ	ДМТ
0,8	0,430	0,166	0,620	0,480
1,2	0,330	0,612	0,421	0,302
3,2	0,484	0,131	0,256	0,377
0,1*	_*	0,7*	0,1*	_*

Значения, выделенные *, составляют утвержденные нормы ПДК для почв

Исходя из полученных количественных данных по содержанию продуктов превращения НДМГ в пробах почв, можно сделать вывод о наличии, в основном, таких продуктов превращения НДМГ, как N-нитрозодиметиламин (НДМА), N, N-диметилформамид (ДФМА), 1-метил-1H-1,2,4-триазол (МТ) и 1,3-диметил-1H-1,2,4-триазол (ДМТ). Образование данных продуктов можно объяснить неполным окислением НДМГ. Предлагаемые схемы окисления НДМГ:

Схема окисления НДМГ и продуктов его распада



В дальнейших исследованиях использованы почвы, отобранные с мест падения ОЧРН, зараженные ракетным топливом и продуктами его распада, а также почвы отобранные по периметру позиционного РП 15/25, как фоновые. На основе фоновых проб были приготовлены модельные образцы зараженных почв. Для нахождения оптимальных условий детоксикации исследуемых почв было изучено влияние ряда факторов: влажность почвы, соотношение почва: МУМС, время контакта почвы с сорбентом. Влияние влаги на процесс детоксикации приведено в таблице 8.

Таблица 8 – Степень детоксикации НДМГ из почвы при различной ее влажности

Влажность, %	Время сорбции, ч	C ₀ , мг/кг	C _p , мг/кг	ε, %
<5	24	14,8	0,5	96,6
5	24	14,8	0,4	97,2
10	24	14,8	0,2	98,6

Установлено, что влажность почвы в пределах 0-10% незначительно влияет на процесс детоксикации и составляет в среднем 97,0% при начальном загрязнении почвы НДМГ в количестве 14,8 мг/кг. Важным параметром детоксикации является соотношение «почва-МУКС» и время контакта. Исследования проводили при комнатной температуре на воздушно-сухих и влажных модельных почвах. Содержание НДМГ в исследуемых почвах составляло 13,6 мг/кг (таблица 9). Анализ данных таблицы 9 показывает, что МУМС с Mn⁴⁺, проявляет достаточно высокую активность в процессе детоксикации почвы, причем на детоксикацию НДМГ, закономерно, оказывают заметное влияние соотношение почва: МУМС и время их взаимодействия. Для всех соотношений почва – МУМС степень детоксикации НДМГ через 48 ч достигает 95,0-97,0%. При этом основной процесс детоксикации проходит в первые сутки.

Таблица 9 – Степень детоксикации НДМГ из почвы МУМС-Mn⁴⁺

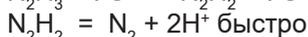
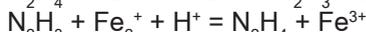
№ опыта	Соотношение почва: МУМС (П:С)	Время сорбции, ч	C ₀ , мг/кг	C, мг/кг	ε, %
1	9:1	3	13,6	6,5	52,4
2	9:1	6	13,6	5,2	61,8
3	9:1	12	13,6	3,2	76,8
4	9:1	24	13,6	1,9	86,1
5	9:1	48	13,6	1,74	87,2
6	5:1	3	13,6	6,1	55,1
7	5:1	6	13,6	2,6	80,9
8	5:1	12	13,6	1,8	89,2
9	5:1	24	13,6	1,6	92,2
10	5:1	48	13,6	1,5	96,3
11	3:1	3	13,6	4,8	64,6
12	3:1	6	13,6	2,3	83,3
13	3:1	12	13,6	1,6	88,6
14	3:1	24	13,6	1,4	93,4
15	3:1	48	13,6	1,3	97,5

Вследствие того, что наиболее высокая скорость процесса детоксикации НДМГ наблюдается для соотношения П:С - 3:1, но несущественно отличается от П:С - 5:1, соотношение П:С - 5:1 было выбрано оптимальным для дальнейших исследований (таблица 10).

Таблица 10 – Степень детоксикации НДМГ в почвах с МУМС Mn⁴⁺

Исходная конц. НДМГ, мг/кг	Соотношение П:С	содержание мг/кг				ε, степень извлечения, %
		Время, ч.				
		1	6	16	24	
0,8	5 : 1 (Mn ⁴⁺)	0,23	0,16	0,04	0,01	98,5
	5 : 1	0,75	0,18	0,1,2	0,09	87,3
	контроль	0,79	0,69	0,63	0,55	30,4
1,2	5 : 1 (Mn ⁴⁺)	0,26	0,23	0,11	0,01	99,17
	5 : 1	0,62	0,53	0,27	0,11	85,7
	контроль	0,95	0,84	0,76	0,66	30,5
3,2	5 : 1 (Mn ⁴⁺)	0,89	0,67	0,38	0,08	93,4
	5 : 1	1,79	1,56	1,12	0,10	82,8
	контроль	3,10	2,65	2,31	2,18	29,68

Установлено, что процесс детоксикации НДМГ в присутствии МУМС Mn⁴⁺ происходит быстрее и глубже, чем в простом углеродном концентрате. Влияние процесса аэрации находится в пределах 30%. Модифицированные каталитически активными агентами Mn⁴⁺, а также Fe³⁺ углеродные концентраты интенсивнее разлагают продукты распада НДМГ. Полное окисление КЖРТ и его компонентов, адсорбированных на МУМС происходит, в основном, под действием кислорода воздуха в присутствии каталитически активных агентов. Механизм протекания реакции каталитического окисления НДМГ, адсорбированного на МУМС, можно представить на примере взаимодействия гидразина с Fe³⁺ в модельных условиях.



Таким образом доказано, что при использовании МУМС Mn⁴⁺ и МУМС Fe³⁺, для процессов детоксикации почв, зараженных КЖРТ, происходит практически полное восстановление почв, подверженных ракетно-космической деятельности.

Выводы.

1. Установлено, что шунгитовые породы представляют собой многофазную систему, в составе которой содержатся углеродистое вещество и минеральные составляющие. Минеральная часть шунгитовых пород представлена, оксидами кремния, алюминия, кальция, магния, калия, натрия, железа, титана. Определена структура шунгитового углерода, дифракционная картина которого характерна для турбостратной углеродной структуры, состоящей из поликонденсированных ароматических сеток малого размера, уложенных параллельно в пакеты и азимутально не ориентированных друг относительно друга.

2. Определены технологические параметры процесса обогащения шунгитовой руды по углероду: определен оптимальный фракционный состав исходной шунгитовой породы для получения пульпы обогащения, условия подачи флотореагентов. Использование в качестве флотореагентов собирателя – керосин (250 г/т) и пенообразователя - Flotol B (300 г/т) позволяет в процессе флотации увеличивать содержание углерода до 40,0 % независимо от состава исходной шунгитовой породы.

3. Разработана технология получения сорбента, модифицированного ионами марганца (IV) и железа (III), получен МУМС для процессов детоксикации почв, зараженных КЖРТ, показан механизм каталитического окисления продуктов КЖРТ.

4. Проанализировано, что НДМГ в почве подвергается разложению на ДМТ, МТА, НДМА и др. Сорбционная ёмкость полученных МУМС, по отношению к КЖРТ составляет от 29 до 32 мг/г, что способствует разложению КЖРТ до нетоксичных компонентов и позволяет в последствии не удалять из почвы сорбент, т.к. он не нарушает общий фоновый и химический балансы почв. Использование МУМС может способствовать решению ряда вопросов экономического и экологического характера, и в частности для восстановления плодородия почв.

Список литературы

1 Основные технологии переработки промышленных и твердых коммунальных отходов / Л. Б. Хорошавин, В. А. Беляков, Е. А. Свалов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 220 с. [Osnoynye tekhnologii pererabotki promyshlennyh i tverdyh kommunal'nyh othodov: [ucheb. posobie] / L. B. Horoshavin, V. A. Belyakov, E. A. Svalov; M-vo obrazovaniya i nauki Ros.

Federacii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2016. – 220 s.]

2 Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду: справочное пособие / под ред. В.В. Адушкина, С.И. Козлова, А.В. Петрова. - М.: Анкил, 2000. – 640 с. [Ekologicheskie problemy i riski vozdeystvij raketno-kosmicheskoi tekhniki na okruzhayushchuyu prirodnyuyu sredu: spravocnoe posobie / pod red. V.V. Adushkina, S.I. Kozlova, A.V. Petrova. - M.: Ankil, 2000. – 640 s.]

3 *Кручинин Н.А.* Источники поступления компонентов жидких реактивных топлив в окружающую среду и способы их обезвреживания // Экологические аспекты воздействия компонентов жидких реактивных топлив на окружающую среду. - СПб: РНЦ «Прикладная химия», 1996. - С. 34-35. [Kruchinin N.A. Istochniki postupleniya komponentov zhidkih reaktivnykh topliv v okruzhayushchuyu sredu i sposoby ih obezvrezhivaniya // Ekologicheskie aspekty vozdeystviya komponentov zhidkih reaktivnykh topliv na okruzhayushchuyu sredu. - SPb: RNC «Prikladnaya himiya», 1996. - S. 34-35.]

4 *Пономаренко В.К.* Ракетные топлива. - СПб.: Военная инженерно-космическая Краснознаменная академия им.А.Ф.Можайского, 1995. - 620 с. [Ponomarenko V.K. Raketnye topliva. - Spb.: Voennaya inzhenerno-kosmicheskaya Krasnoznamennaya akademiya im.A.F.Mozhajskogo, 1995. - 620 s.]

5 *Бушмарин А.Б., Бурак А.Ю., Соловьев В.В., Царева О.А.* Комплексная экологическая оценка районов падения отделяющихся частей ракет-носителей на полигоне «Плесецк». - СПб.: РНЦ «Прикладная химия», 1996. - С.5-8. [Bushmarin A.B., Burak A.YU., Solov'ev V.V., Careva O.A. Kompleksnaya ekologicheskaya ocenka rajonov padeniya otdelyayushchihsya chastej raket-nositelej na poligone «Pleseck». - SPb.: RNC «Prikladnaya himiya», 1996. - S.5-8.]

6 *Пермнев Ю.Г.* Решение экологических проблем ракетно-космической деятельности территорий космодрома «Байконур» с использованием ГИС-технологий: Автореф. канд.дисс. - Алматы, 2006. – 123 с. [Permenev YU.G. Reshenie ekologicheskikh problem raketno-kosmicheskoi deyatel'nosti territorij kosmodroma «Bajkonur» s ispol'zovaniem Gis-tekhnologij: AvtoREF. kand.diss. - Almaty, 2006. – 123 s.]

7 *Lars Carlsen, Bulat N. Kenessov, Svetlana Ye. Batyrbekova A.* QSAR/QSTR study on the human health impact of the rocket fuel 1,1-dimethyl hydrazine and its products // Journal «Environmental toxicology and pharmacology». - 2009. - P.1-9. [Lars Carlsen, Bulat N. Kenessov, Svetlana Ye. Batyrbekova A QSAR/QSTR study on the human health impact of the rocket fuel 1,1-dimethyl hydrazine and its products // Journal «Environmental toxicology and pharmacology». - 2009. - P.1-9.]

8 *Kenessov B., Alimzhanova M., Sailaukhanuly Y., Baimatova N., Abilev M., Batyrbekova S., Carlsen L., Tulegenov A., Nauryzbayev M.* Transformation

products of 1,1-dimethylhydrazine and their distribution in soils of fall places of rocket carriers in Central Kazakhstan // Science of the total environment. - 2012 (427). - P. 78-85. [Kenessov, B; Alimzhanova, M; Sailaukhanuly, Y; Baimatova, N; Abilev, M; Batyrbekova, S; Carlsen, L; Tulegenov, A; Nauryzbayev, M . Transformation products of 1,1-dimethylhydrazine and their distribution in soils of fall places of rocket carriers in Central Kazakhstan // Science of the total environment. - 2012 (427). - R. 78-85.]

9 Ж. Жубатов, Б.Н. Кенесов, А.Д.Товасаров, В.А. Козловский, С.Е. Батырбекова / Система экологического нормирования ракетно-космической деятельности космодрома Байконур. – Алматы: Асыл кітап, 2017. – 146 с. [Zh.Zhubatov, B.N.Kenesov, A.D.Tovasarov, V.A.Kozlovskij, S.E.Batyrbekova / Sistema ekologicheskogo normirovaniya raketno-kosmicheskoy deyatel'nosti kosmodroma Bajkonur. – Almaty: Asyl kitap, 2017. – 146 s.]

10 Мухин В.М., Бегун Л.Б. Разработка, исследование и внедрение АУ типа АГ для рекуперации органических соединений из газовых выбросов //Адсорбционные процессы в решении проблем защиты окружающей среды. - Рига, 1991. - С. 20-24. [Muhin V.M., Begun L.B. Razrabotka, issledovanie i vnedrenie AU tipa AG dlya rekuperacii organicheskikh soedinenij iz gazovyh vybrosov // Adsorbcionnye processy v reshenii problem zashchity okruzhayushchej sredy. - Riga, 1991. - S. 20-24.]

11 И.Ф. Крестников. Экологические аспекты космической деятельности // Гелиогеофизические исследования. - 2018 (17). С. 93 – 99. [I.F. Krestnikov. Ekologicheskie aspekty kosmicheskoy deyatel'nosti // Geliogeofizicheskie issledovaniya. - 2018 (17). S. 93 – 99.]

12 Мартовецкая И.И., Миронова Р.И., Холоденко В.П., Чугунов В.А. Перспективы биотехнологической очистки почв и водоемов, загрязненных КРТ, в районах падения отработавших ступеней космического выведения. // Космонавтика и ракетостроение. -2002. -№ 2. - С. 54-61. [Martovetskaya I.I., Mironova R.I., Holodenko V.P., Chugunov V.A. Perspektivy biotekhnologicheskoy ochistki pochv i vodoemov, zagryaznennyh KRT, v rajonah padeniya otrabotavshih stupenej kosmicheskogo vyvedeniya. // Kosmonavtika i raketostroenie. -2002. -№ 2. - S. 54-61.]

13 Колумбаева С.Ж., Шалахметова Т.М., Калимагамбетов А.М., и др. Цитогенетический эффект хронического воздействия 1,1-диметилгидразина на крыс // Мат-лы. III съезда ВОГИС «Генетика в XXI веке: современное состояние и перспективы развития». – М., 2004. – Т.2. С. 89-97. [Kolumbaeva S.ZH., SHalahmetova T.M., Kalimagambetov A.M., i dr. Citogeneticheskij effekt hronicheskogo vozdejstviya 1,1-dimetilgidrazina na krys // Mat-ly. III s"ezda VOGIS «Genetika v XXI veke: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya». – М., 2004. – Т.2. S. 89-97.]

14 Отчет ГНИИХТЭОС по договору 17-62Д/У 493-28 по теме «Боржом-П», №0-8981. - 1995. – 198 с. [Otchet GNIИХТЕОS po dogovoru 17-62D/U 493-28 po teme «Borzhom-P», №0-8981. - 1995. – 198 s.]

15 *Ефремов С.А.* Технология производства углерод-минеральных материалов на основе шунгитовых пород: Дисс. докт.хим. наук: 05.17.01. – Алматы, 2010. – 240 с. [Efremov S.A. Tekhnologiya proizvodstva uglerod-mineral'nyh materialov na osnove shungitovyh porod // Diss. dokt.him. nauk: 05.17.01. – Almaty, 2010. – 240 s].

16 *Ануфриева С.И., Исаев В.И. и др.* Оценка возможности использования природного материала - шунгита для очистки нефтесодержащих стоков: труды международного симпозиума. - Петрозаводск. Карелия, 2000. - С. 156-161. [Anufrieva S.I., Isaev V.I. i dr. Ocenka vozmozhnosti ispol'zovaniya prirodnogo materiala - shungita dlya oчитistki neftesoderzhashchih stokov: trudy mezhdunarodnogo simpoziuma. - Petrozavodsk. Kareliya, 2000. - S. 156-161.]

17 *Глебашев С.Г.* Шунгитоносность Кызыловской зоны разломов: дис. канд. геол. мин. наук. - Казань, 1992. – 130 с. [Glebashev S.G. SHungitonosnost' Kyzylovskoj zony razlomov: dis. kand. geol. min. nauk. - Kazan', 1992. – 130 s.]

18 *S. Nechipurenko, S. Yefremov, Y.Lyu, M. Nauryzbaev.* The Metod of Treatment and Purification of Waste Waters// "intersol'2010" international Conference-Exhibition on Soils, Sediments and Water. - Paris-Sud, 2010. [S. Nechipurenko, S. Yefremov, Y.Lyu, M. Nauryzbaev. The Metod of Treatment and Purification of Waste Waters// "intersol'2010" international Conference-Exhibition on Soils, Sediments and Water. - Paris-Sud, 2010.]

19 *Нечипуренко С.В.* Технология получения углеродсодержащих материалов и их использование в производственных процессах: дисс. канд.тех.наук: 05.17.01. - Алматы, 2007. - 127 с. [Nechipurenko S.V. Tekhnologiya polucheniya uglerodsoderzhashchih materialov i ih ispol'zovanie v proizvodstvennyh processah. Diss. kand.tekh.nauk: 05.17.01. - Almaty, 2007. - 127 s.]

20 ГОСТ 25699.4-90. Метод определения удельной адсорбционной поверхности. – Введен 01.07.1991. - М.: Изд-во стандартов, 1990. – 32 с. [GOST 25699.4-90. Metod opredeleniya udel'noj adsorbcionnoj poverhnosti. – Vveden 01.07.1991. - M.: Izd-vo standartov, 1990. – 32 s.]

Нечипуренко С.В. – заведующий лабораторией композиционных материалов, e-mail: nechipurenkos@mail.ru

Ефремов С.А. – заместитель директора, e-mail: efremosa@mail.ru

Калугин С.Н. – директор, e-mail: kalugin_sn_org@mail.ru

Кайыдарова А.К. – младший научный сотрудник e-mail: aigerim_ko@list.ru

*А.И. Шустов¹, Н.П. Огарь², В.А., Кысыков³, Н.Н. Попов⁴,
Н.Ф. Горбунова¹, В.В. Кирикович¹*

¹ ECOTERA, г. Алматы, Казахстан

²TERRA - Природа, г. Алматы, Казахстан

³ Вест Дала, г. Атырау, Казахстан

⁴Казэкопроект, г. Атырау, Казахстан

ПРИНЦИПЫ И ПАРАДОКСЫ СМЫСЛОВОГО СОДЕРЖАНИЯ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ ОСНОВЫ ГЛАВЫ 7. «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА» - ПРОЕКТА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОДЕКСА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Аннотация. Представлен смысловой и содержательный анализ и нормативно-правовая основа одного из основополагающих разделов шестой (декабрьской) – публичной версии Проекта Экологического кодекса Республики Казахстан – Глава 7 «Экологическая оценка». Проведенный анализ свидетельствует, что различные экологические понятия, определяющие «экологическую оценку», «стратегическую экологическую оценку» и «оценку воздействия», так же как и используемые для правового обоснования инструктивно-правовые акты, указанные в каждом параграфе Главы 7 – обеспечивают смысловую и нормативно-правовую идентичность основных понятий и нивелируют «объективно существующие» разграничения, отражающие правовую основу каждого вида экологической оценки. Предложенный новый инструмент «скрининг воздействия» концепций и программ, ранее не применяемый в действующем ЭК РК и отсутствующий в опубликованной Концепции проекта Экологического кодекса Республики Казахстан», в рассматриваемом варианте Проекта ЭК РК, как и в его предыдущих вариантах, по существу сводится к подмене различных форм экологической оценки – процедурой или процессом скрининга.

Ключевые слова: экологический кодекс, экологическая оценка, окружающая среда

• • •

Түйіндеме. Алтыншы (желтоқсан) негізгі бөлімдерінің бірі – Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексі жобасының – «Экологиялық бағалау» 7-тарауының қоғамдық нұсқасының мағыналық және мазмұндық талдауы мен құқықтық негіздері келтірілген. Талдау көрсеткендей, «экологиялық бағалау», «стратегиялық экологиялық бағалау» және «әсерді бағалауды» анықтайтын әр түрлі экологиялық тұжырымдамалар, сондай-ақ 7-тараудың әр абзацында

көрсетілген заңды негіздеу үшін қолданылатын нормативтік құқықтық актілер мағыналық және нормативті - негізгі ұғымдардың құқықтық сәйкестігі және экологиялық бағалаудың әр түрінің құқықтық негіздерін көрсететін «объективті қолданымдағы» айырмашылықтарды жояды. Бұрын ҚР қазіргі ЭК-да қолданылмаған және Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексі жобасының жарияланған Тұжырымдамасында қолданылмаған тұжырымдамалар мен бағдарламалардың ұсынылған «әсерін скринингтен өткізу» жаңа құралы, ҚР ЕС жобасында қарастырылған нұсқасында, оның бұрынғы нұсқаларындағыдай, қоршаған ортаны бағалау нысандарын – скринингтік процедураны немесе процесті ауыстыруға негізделеді.

Түйінді сөздер: экологиялық кодекс, экологиялық бағалау, қоршаған орта.

• • •

Abstract. The article presents the semantic and substantive analysis and the legal basis for one of the fundamental sections of the Draft Environmental Code of the Republic of Kazakhstan, which is the sixth public version, and namely, Chapter 7 “Environmental Assessment”. The analysis shows that the various environmental concepts that define “environmental assessment”, “strategic environmental assessment” and “impact assessment”, as well as the regulatory legal acts used for legal justification, specified in each paragraph of Chapter 7, provide the semantic and regulatory identity of the basic concepts and level out the “objectively existing” distinctions that reflect the legal basis of each type of environmental assessment. The proposed new instrument for screening “effects” of the concepts and programs that were not previously used in the existing Environmental Code of RK and the absent in the published Concept of the Environmental code of the Republic of Kazakhstan”, in this version of the Draft EC of the RK, as in its previous versions, essentially substitutes the substitution of various forms of environmental assessment procedure or screening process.

Keywords: environmental code, environmental impact assessment, environment

Введение. При ознакомлении с содержанием и спецификой понятий, раскрывающих смысловую, функциональную и нормативно-правовую основу Главы 7. «Экологическая оценка» – Проекта Экологического кодекса Республики Казахстан [1], нельзя не обратить внимания на очевидную содержательную близость и смысловую идентичность понятий, используемых (применяемых) для функционального разграничения каждого параграфа Главы 7. При этом прозрачный и откровенный повтор текста в первых пунктах – Ст. 59, Ст. 62 и Ст. 75 и, как следствие – четко выраженный перенос смыслов из одного параграфа в другой: Параграф 1. «Общие положения об экологиче-

ской оценке», Параграф 2. «Стратегическая экологическая оценка» и Параграф 3. «Оценка воздействия на окружающую среду», так же как и используемые для правового обоснования инструктивно-правовые акты, указанные в каждом параграфе – обеспечивают смысловую и правовую идентичность не только основных понятий, но и нивелируют «объективно существующие» разграничения, отражающие правовую основу каждого вида оценки. По существу, содержание понятий в пунктах 1 – Ст. 59, Ст. 62 и Ст. 75, несмотря на различия в наименовании статей каждого параграфа – автономность вида и предмета экологической оценки, убедительно подтверждают совокупность, идентичность и функциональную взаимозаменяемость «специфических процессов и особенностей» смыслового содержания каждого параграфа Главы 7. «Экологическая оценка». В этой связи целесообразно рассмотреть функциональное и смысловое содержание первых пунктов Ст. 59, Ст. 62 и Ст. 75, которые определяют понятия: «экологическая оценка», «стратегическая экологическая оценка» и «оценка воздействия на окружающую среду»,

Сопоставление текста и смыслового содержания первых пунктов Ст. 59, Ст. 62 и Ст. 75 свидетельствует о том, что под различными экологическими понятиями – «экологической оценкой», «стратегической экологической оценкой» и «оценкой воздействия» - понимается: последовательный и абсолютно идентичный процесс выявления, изучения, описания и оценки возможных прямых и косвенных существенных воздействий. Но вместе с тем, необходимо отметить и примеры «принципиальных» различий, указанных в содержании первых пунктов каждой статьи. Так, в Ст. 62 «разрабатываемый документ» (Ст. 59) заменен на «программы», а в Ст. 75 «программы» переименованы в «реализацию намечаемой деятельности». При этом, не относительно существенное, а принципиальное – в функциональном отношении, различие в понятии пункта 1 Ст. 59 и в статьях 62 и 75 заключается в том, что в Ст. 64 и Ст. 75 дана ссылка на пункты, в которых необходимость проведения «стратегической экологической оценки», так же, как и «оценки воздействия на окружающую среду», может быть установлена не только на основании «экологической оценки», но и на основании результатов «скрининга воздействий». Примечательно то, что и «экологическая оценка» в соответствии с требованиями Ст. 61 осуществляется с соблюдением принципов – по процедуре аналогичных процедуре скрининга: «принцип потенциальной экологической опасности»; «принцип предупредительной функции»; «принцип альтер-

нативности»; «принцип долгосрочного прогнозирования»; «принцип комплексности»; «принцип совместимости» и «принцип гибкости».

Рассматривая и анализируя разработанную и внедренную в Проект ЭК РК уникальную – своеобразную, процедуру функционального разграничения и смыслового единства понятий, определяющих – по мнению разработчиков Проекта ЭК РК, функциональное единство Главы 7. «Экологическая оценка», и вместе с тем – ничем не обоснованное разделение на три автономных параграфа, было обращено особое внимание на инструктивно-правовые акты, указанные в каждом параграфе, определяющие процедуру правовой основы всей Главы 7. При этом было отмечено неожиданное и совершенно неоднозначное обстоятельство: правовой и нормативной основой трёх самостоятельных в организационном, функциональном, нормативном и правовом отношении параграфов Главы 7, включающих 31 статью – является единственный подзаконный нормативно-правовой акт – «Инструкция по организации и проведению экологической оценки»! (Далее Инструкция).

Принципы исследования. Принимая во внимание исключительную роль и значение данной Инструкции в организации и проведении экологической оценки и, главное – в обеспечении нормативно-правовой основы всего многообразия процедур, включающих не только порядок – комплекс ограничений и требований, связанных непосредственно с экологической оценкой, стратегической экологической оценкой и оценкой воздействия на окружающую среду, но и специфическую процедуру скрининга – представляет особый интерес полный перечень функций и процедур, которые в каждом параграфе Главы 7 обеспечивают организацию и проведение всех видов экологической оценки – в соответствии и на основе единственной, в буквальном смысле универсальной «Инструкции по организации и проведению экологической оценки». Рассмотрим смысловое содержание **Параграфа 1. Общие положения об экологической оценке**

Ст. 59. Понятие экологической оценки

Пункт 1. *Под экологической оценкой понимаются процесс выявления, изучения, описания и оценки возможных прямых и косвенных воздействий реализации намечаемой деятельности или разрабатываемого документа на окружающую среду.*

Пункт 2. *Целью экологической оценки является подготовка материалов, необходимых для принятия ... решений о реализации намечаемой деятельности или разрабатываемого документа.*

Пункт 3. *Экологическая оценка по ее видам организуется и проводится в соответствии с настоящим Кодексом и инструкцией ... (далее – Инструкция по организации и проведению экологической оценки).*

Следовательно, несмотря на последующее разграничение на автономные параграфы – все виды экологической оценки организуются и проводятся в соответствии с данной Инструкцией.

Ст. 60. Виды экологической оценки. Далее в пункте 1 указаны четыре вида экологической оценки. При этом пункт 2 «Стратегическая экологическая оценка» одновременно является «оценкой воздействия на окружающую среду», которая в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом, включает в себя проведение оценки трансграничного воздействия на окружающую среду.

Пункт 3. *Экологическая оценка по упрощенному порядку проводится для намечаемой и осуществляемой деятельности, не подлежащей обязательной оценке воздействия на окружающую среду ... Но при этом: Требования и порядок проведения экологической оценки по упрощенному порядку определяются Инструкцией по организации и проведению экологической оценки.*

Содержание Ст. 59 «Понятие экологической оценки» и Ст. 60 «Виды экологической оценки», несмотря на предпринятую попытку разделения этих понятий, свидетельствует об их не только идентичности, но и полной функциональной взаимозаменяемости. Собственно это наглядно подтверждается текстом пункта 3 Ст. 59 и пункта 3 Ст. 60 и тем, что все виды и требования экологической оценки, включая экологическую оценку по упрощенному порядку, определяются, организуются и проводятся в соответствии с Инструкцией по организации и проведению экологической оценки.

Ст. 61. Принципы экологической оценки. В преамбуле данной статьи сказано, что экологическая оценка осуществляется с соблюдением следующих специальных принципов. Исходя из содержания данной преамбулы, следует – название и содержание рассматриваемой статьи заменить на – «Специальные принципы экологической оценки». В этом случае новое название статьи будет действительно отражать основное – исходное содержание принципов экологической оценки. Актуальность осуществления и соблюдения специальных принципов экологической оценки, изложенных в Ст. 61 как дополнение к общим принципам экологической оценки, не вызывает сомнения. Однако в Ст. 61, так же как в целом и в

Параграфе 1, нет указания – пункта или статьи, устанавливающего Правила, или ссылки на Инструкцию – определяющую мерилу (полноту и пределы оценок) по каждому принципу, или указания о необходимости суждений и оценок специалистов по каждому специальному принципу, исключаящему или снижающему негативное воздействие на окружающую среду.

Параграф 2. Стратегическая экологическая оценка. Ст. 62. Общие положения о стратегической экологической оценке (СЭО)¹⁾

Пункт 1. *Под стратегической экологической оценкой понимается процесс выявления, изучения, описания и оценки на основе соответствующих исследований возможных существенных воздействия реализации государственных программ в отраслях, перечисленных в пункте 3 статьи 63 настоящего Кодекса (далее для целей настоящей Главы Кодекса – Документы) на окружающую среду, включающий в себя стадии, предусмотренные статьей 64 настоящего Кодекса.*

В содержании данного пункта смысл или внутренне содержание понятия «стратегическая экологическая оценка» существенно снижено, т. к. понимается только как процесс (процесс – ход развития какого-нибудь явления или последовательная смена состояний в развитии ...). В ранее предложенном варианте Проекта ЭК РК стратегическая экологическая оценка являлась «процедурой», т. е. официальным порядком действия выявления возможных существенных воздействий, которые могут произойти при реализации государственных программ и концепций.

Примечание: Следует обратить внимание на то, что в формулировке понятия «стратегическая экологическая оценка» отсутствует основополагающая составляющая – «оценка вероятных экологических, в том числе связанных со здоровьем населения, последствий». Представляет интерес полное содержание **Пункта 3 – Утверждение, реализация Документа и финансирование предусмотренных им мероприятий, без проведения стратегической экологической оценки, если обязательность её проведения предусмотрена настоящим Кодексом или определена в результате скрининга воздействий Документов запрещается.**

Особенность содержания данного пункта состоит в том, что он фактически не только уравнивает, но и легализует возможность подмены (переводит на законно оформленное положение) процесса

стратегической экологической оценки – процедурой скрининга воздействия стратегического документа, причем на всех этапах – от утверждения и реализации стратегического документа, до финансирования предусмотренных им мероприятий.

**) – В мировой практике, в соответствии с Протоколом по стратегической экологической оценке, принята сокращенная аббревиатура (СЭО) [2]*

Пункт 6. Данным пунктом устанавливается норма, в соответствии с которой стратегическая экологическая оценка и скрининг воздействия Документов проводятся в соответствии с ЭК РК и «Инструкцией по организации и проведению экологической оценки». Следовательно, данный пункт убедительно свидетельствует о том, что в соответствии с Проектом ЭК РК основным содержанием Инструкции является не только стратегическая экологическая оценка, но и скрининг воздействия стратегических документов. При этом, поскольку «Стратегическая экологическая оценка» по определению является экологической оценкой, то указанная Инструкция должна подтвердить, что и «Скрининг воздействий» также является экологической оценкой?!

Ст. 63. Предмет стратегической экологической оценки

Пункт 5. *Стратегическая экологическая оценка не проводится при внесении в Документы, перечисленные в пункте 3 настоящей статьи, изменений, если отсутствие необходимости проведения стратегической экологической оценки таких изменений установлено по результатам скрининга воздействий Документов.*

Сопоставление пунктов 3 и 5 Ст. 63 свидетельствует о том, что в них заложен смысл неопределенности. При этом главная, исключительная особенность смысловой неопределенности – «обязательной стратегической экологической оценки подлежат Документы» или «стратегическая экологическая оценка не проводится при внесении в Документы изменений ...» - состоит в том, что основанием для принятия неоднозначного решения в различных вариантах Проекта ЭК РК являются результаты скрининга! Собственно, в подобной неопределенности нет ничего удивительного, поскольку разработчики проекта, вводя понятие «скрининг» в представленных для обсуждения вариантах Проекта ЭК РК, долго не могли определиться – что же представляет собой «скрининг» - процедуру выявления потенциальных существенных воздействий или процесс выявления тех же существенных воздействий!

Ст. 64. Стадии стратегической экологической оценки

Стратегическая экологическая оценка состоит из следующих стадий:

1) *Определение необходимости проведения стратегической экологической оценки на основании установленных настоящим Кодексом критериев, в том числе по результатам скрининга воздействия Документа.*

Т.е. для принятия решений – Кодексом предоставляется произвольная возможность выбора – «критерии Кодекса» или «результаты скрининга». Обращая внимание на данное требование Ст. 64, следует однако заметить, что «установленные Кодексом критерии» являются правовой основой процедуры «определения необходимости проведения СЭО», а «скрининг» или «скрининг воздействия» является продуктом произвольных оценок и выводов субъекта, осуществляющего – реализующего процедуру скрининга воздействия! Использование словосочетания – «в том числе по результатам скрининга воздействия» - по существу не только уравнивает критерии, установленные настоящим Кодексом, но и нивелирует критерии, которые конкретно не определены в «процессе выявления потенциальных существенных воздействий реализации стратегических документов на окружающую среду». С учётом понимания взаимосвязи содержания пункта 1) с последующими пунктами Ст. 64 следует отметить, что на основе критериев – не установленных Кодексом и по результатам скрининга – определяется не только необходимость проведения, но и подготовка отчета по стратегической экологической оценке.

Ст. 66. Скрининг воздействий¹⁾ Документов

Пункт 1. *Скрининг воздействия Документов представляет собой процесс выявления потенциальных существенных воздействий реализации Документов на окружающую среду, осуществляемый в целях определения на основании критериев ... необходимости или отсутствия необходимости проведения стратегической экологической оценки.*

Пункт 2. *Проведение скрининга воздействия Документов обязательно для всех Документов, подпадающих под действие пунктов 4 и 5 статьи 63 настоящего Кодекса.*

Но, поскольку Ст. 63 в указанных пунктах как раз и говорит о том, что необходимость проведения стратегической экологической оценки (пункт 4) или отсутствие необходимости стратегической экологиче-

ской оценки (пункт 5) – устанавливается по результатам скрининга воздействий Документов, то возникает вопрос – с какой целью продублировано данное требование?

**) – понятие «воздействие» целесообразно использовать не только в смысле направленного действия или возможности повлиять на результаты скрининга, а как «фиксируемые последствия». Т. е. «воздействие» - это фиксируемые последствия реализации стратегического документа. Подобное требование наиболее актуально и «с точки зрения влияния на здоровье населения».*

Пункт 6. Для инициирования скрининга воздействий Документа государственный орган-разработчик Документа направляет уполномоченному органу в области охраны окружающей среды следующие документы:

1) проект Документа, включающий информацию об основных и др.

Сопоставление смыслового и функционального содержания ряда статей Проекта ЭК РК – Ст. 65 пункт 1; Ст. 66 пункты 4 и 6, свидетельствует о том, что государственному органу-разработчику Документа Экологический кодекс РК предоставляет не только руководящую роль на этапе разработки концепции Документа, но и наделяет его правом инициирования проведения скрининга воздействий Документа уполномоченным органом в области охраны окружающей среды. Характерно, что именно орган-разработчик Документа определяет перечень и передает уполномоченному органу документы, необходимые для проведения скрининга.

Ст. 67. Определение сферы охвата отчета по стратегической экологической оценке

Пункт 1. ... Определение сферы охвата отчета по стратегической экологической оценке проводится в целях:

4) определения заинтересованной общественности в отношении конкретного Документа.

Как и по каким критериям будет осуществляться поиск заинтересованной или индифферентной общественности вообще и в частности к данному конкретному стратегическому документу?

«Определение заинтересованной общественности» ...» - одно из смысловых значений понятия «определить или определение» является – «установить или назначить». Следовательно, данный п/пункт предоставляет государственному органу-разработку стратегического документа принимать решение об определении сферы охвата отчёта

по стратегической экологической оценке, самостоятельно установить или даже назначить заинтересованную общественность, которая, с учётом уже «определенного круга исходных данных и другой информации», выскажет заинтересованность в реализации конкретного стратегического документа. Кроме того, при такой постановке вопроса совершенно не учитывается мнение или позиция той части общественности, которая, на основании своих объективных данных или оценок, имеет свое мнение о возможных альтернативных решениях или непринятии к разработке данного стратегического документа!

**) «заинтересованная общественность» - в целях исключения домыслов и поиска наиболее эффективного обоснования содержания данного понятия целесообразно использовать его смысловое содержание из Орхусской конвенции [3] – «Конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды». Статья 2. Определения. Для целей настоящей Конвенции: 5. «Заинтересованная общественность» означает общественность, которая затрагивается или может затрагиваться процессом принятия решений по вопросам, касающимся окружающей среды, или которая имеет заинтересованность в этом процессе. (Орхусская Конвенция ратифицирована Республикой Казахстан 23 октября 2000 года, № 92-II ЗРК).*

Ст. 68. Отчет по стратегической экологической оценке

Пункт 1. *В отчете по стратегической экологической оценке определяются, описываются и оцениваются вероятные существенные воздействия реализации Документа на окружающую среду, а также разумные альтернативы предложенных в нем решений с учетом целей и географического охвата Документа.*

Содержание данного пункта требует некоторого разъяснения и корректировки, так: первая часть текста четко говорит о выполнении поставленных задач при подготовке отчета по СЭО, при этом:

- вторая часть текста – указывает на необходимость наличия в отчете «разумных, альтернативных решений с учетом целей и географического охвата Документа» Сопоставление смыслового содержания первой и второй части текста пункта 1 позволяет сделать предположение о том, что определенные, описанные и оцененные вероятные существенные воздействия реализации Документа на окружающую среду не являются разумными по отношению к альтернативным решениям, учитывающим и отвечающим целям географического охвата Документа.

Близкое по смыслу и неоднозначной оценке содержит текст п/пункта 8) пункта 4 – *Отчет по стратегической экологической оценке должен включать:*

8) обоснование выбора решений, принятых в Документе, из альтернативных вариантов, которые рассматривались в ходе стратегической экологической оценки, и описание процесса проведения оценки, в том числе любых трудностей, связанных с отсутствием необходимых методик или наличием пробелов в знаниях, недостатком информации или технических средств в процессе оценки.

Подчеркнутая часть текста п/пункта 8) пункта 4 должна быть исключена из текста Ст. 68 как дискредитирующая государственный орган-разработчик Документа и уполномоченный орган в области охраны окружающей среды. Если данный пункт останется в Проекте ЭК РК без изменений, то тем самым в Кодексе останутся юридически закрепленные положения, оправдывающие какие-то любые трудности – отсутствие методик и, что «еще более возвышает и реабилитирует» разработчиков отчета по стратегической экологической оценке – наличие пробелов в знаниях и недостаток информации или технических средств.

Пункт 5. Государственный орган-разработчик в рамках разработки Документа обеспечивает подготовку отчета по стратегической экологической оценке

Примечательно, что в соответствии со Ст. 62, пункт 2 – «государственный орган-разработчик» должен быть одновременно и инициатором стратегической экологической оценки стратегического документа. Выше приведенные требования Проекта ЭК РК предполагают, что с принятием нового Экологического кодекса в Республике Казахстан будет создан новый – не существующий в настоящее время многопрофильный государственный орган Разработчик стратегических документов и Проектов стратегической экологической оценки стратегических документов (возможно не единый многопрофильный орган, а отраслевые государственные органы, включающие научно-исследовательские и проектные структуры). Соответственно уполномоченный орган в области охраны окружающей среды должен обладать набором специалистов, способных осуществлять анализ стратегической экологической оценки всего многообразия соответствующих отчетов на предмет их качества и соответствия заключению об определении сферы охвата экологического отчета, причем с

учетом замечаний и предложений, поступивших от заинтересованных государственных органов и общественности. Однако в связи с тем, что уполномоченный орган в области охраны окружающей среды не обременен ответственностью за обеспечение проведения стратегической экологической оценки, то объективно подготовка заключения об удовлетворительном или неудовлетворительном качестве отчета, тем более с учетом всего разнообразия замечаний и предложений, поступивших от заинтересованных государственных органов и общественности, будет носить заформализованный характер, отстраненный от реальной, глубоко эшелонированной стратегической экологической оценки!

Пункт 11, мотивирует особое мнение! Почему, если уполномоченный орган в области охраны окружающей среды признал отчет по стратегической экологической оценке удовлетворительным и на основании удовлетворительного качества отчета утвердил стратегический документ – информацию для общественности и ее участия в проведении стратегической экологической оценки (Ст. 71) осуществляет не уполномоченный орган, а орган-разработчик проекта стратегического документа? Содержание Ст. 67 и Ст. 68 ущемляют и принижают роль и функции уполномоченного органа в области охраны окружающей среды и должны быть переработаны.

Ст. 70. Консультации с заинтересованными государственными органами в рамках стратегической экологической оценки

Пункт 2. *Перечень заинтересованных государственных органов в каждом конкретном случае определяется уполномоченным органом в области охраны окружающей среды. При этом в число заинтересованных государственных органов во всех случаях в обязательном порядке включаются уполномоченные органы здравоохранения, а также местные исполнительные органы административно-территориальных единиц, в пределах которых предполагается реализация стратегического документа.*

Пункты 4, 5 и 6. Консультации с заинтересованными государственными органами, включая проведение скрининга воздействия (п/пункт 1) пункта 4), а также замечания и предложения, представленные в течение установленных сроков, либо письмо об их отсутствии – (реализация) всех этих требований проводится в соответствии со Ст. 70 и «Инструкцией по организации и проведению экологической

оценки». Государственные органы, местные исполнительные органы, отнесенные в соответствии с настоящей статьей к числу заинтересованных государственных органов, обязаны представить свои замечания и предложения ... в соответствии с требованиями настоящего Кодекса и Инструкции.

Ст. 71. Участие заинтересованной общественности в проведении стратегической экологической оценки

п.2 Государственный орган-разработчик обязан обеспечить возможность участия заинтересованной общественности на всех стадиях стратегической экологической оценки в соответствии с требованиями настоящего Кодекса и Инструкцией по организации и проведению стратегической экологической оценки, начиная с первоначального этапа разработки Документов, на котором возможен выбор вариантов решений из числа имеющихся альтернатив».

Однако в пункте 4 – *«Критерии определения заинтересованной общественности определяются в Инструкции по организации и проведению экологической оценки».* Более того, в пункте 6 *«Информация, которая в обязательном порядке должна быть предоставлена общественности в процессе стратегической экологической оценки в порядке, установленном Инструкцией по организации и проведению экологической оценки, включает:»* - далее приведено 16 подпунктов, приведем лишь некоторые из них:

2) – *наименование и местонахождение государственного органа (должностного лица), ответственного за прием и учет замечаний и предложений от заинтересованной общественности;*

3) – *сроки, место и способ приема замечаний и предложений от заинтересованной общественности на различных стадиях стратегической экологической оценки;*

5) – *заключения о результатах скрининга воздействий Документа:*

9) – *отчеты по мониторингу существенных воздействий реализации Документов на окружающую среду;*

10) – *объявление о проведении общественных слушаний;*

11) – *протоколы проведения общественных слушаний по проектам Документов и отчетам по стратегической экологической оценке;*

14) – *заключения о качестве отчетов по стратегической экологической оценке;*

Содержание выше приведенных и иных подпунктов пункта 6 Ст. 71 убедительно свидетельствуют о том, что в пункте 2 данной статьи **присутствует опечатка**, и в тексте данного пункта наименование «Инструкции по организации и проведению стратегической экологической оценки» должно быть заменено на «Инструкцию по организации и проведению экологической оценки». Вместе с тем следует принять к сведению, что в содержании Главы 7. «Экологическая оценка» рекомендуемая, по существу единственная, «Инструкция по организации и проведению экологической оценки» перенасыщена самыми различными и порой несовместимыми компетенциями! В связи с этим целесообразно и актуально при корректировке содержания ряда статей – прежде всего содержание понятий пунктов 1 статей 59, 62 и 75 Главы 7, включить кроме «Инструкции по организации и проведению экологической оценки» и такие инструкции как: «Инструкция по организации и проведению скрининга» и «Инструкция по организации и проведению мониторинга воздействий Документов на окружающую среду».

Параграф 3. Оценка воздействия на окружающую среду

Ст. 75. Оценка воздействия на окружающую среду

Пункт 1. *Под оценкой воздействия на окружающую среду понимается процесс выявления, изучения, описания и оценки на основе соответствующих исследований возможных существенных воздействий реализации намечаемой деятельности на окружающую среду, включающий в себя стадии, предусмотренные статьей 78 настоящего Кодекса.*

С учётом смыслового содержания понятия «оценка воздействия на окружающую среду», данная оценка является процессом, осуществляемым на основе соответствующих исследований возможных существенных воздействий реализации намечаемой деятельности на окружающую среду. Следовательно, сам процесс выявления, изучения, описания и оценки содержания понятия – «оценки воздействия на окружающую среду», в последующих статьях Параграфа 3 должен быть определен и конкретизирован проведением соответствующих исследований, являющихся основанием для выявления возможных существенных воздействий!

Ст. 76. Обязательность оценки воздействия на окружающую среду

Пункт 1. *Оценка воздействия на окружающую среду является обязательной для:*

Взаимосвязь функционального содержания подпункта 1) – «видов намечаемой деятельности ...» и п/пункта 2) – «измене-

ний, вносимых в виды намечаемой деятельности...» очевидна, поскольку оценка воздействия на окружающую среду для различных видов намечаемой деятельности является обязательной с учетом количественных пороговых значений *) (при их наличии) , а изменения, вносимые в виды намечаемой или осуществляемой деятельности, способствуют достижению количественных предельных значений **).

*) пороговое значение – граница, наименьшая возможная величина

***) предельное значение – последняя крайняя грань

3) видов намечаемой деятельности ..., если обязательность ... такой деятельности установлена в заключении о результатах скрининга воздействий намечаемой деятельности;

4) существенных изменений, вносимых в намечаемую или осуществляемую деятельность, в отношении которой ранее была проведена обязательная оценка воздействия на окружающую среду, если обязательность проведения оценки воздействия на окружающую среду таких существенных изменений установлена в заключении о результатах скрининга воздействий намечаемой деятельности.

Пункт 2. – данный пункт еще более усиливает значение результатов скрининга, поскольку «под существенными изменениями ... понимаются любые изменения, вносимые в указанные виды деятельности, в результате которых возрастает не только объем и мощность производства, но и существенно изменяется технология, управление производственным процессом либо способ использования, в результате которых могут ухудшаться количественные и качественные показатели эмиссий, измениться область воздействия таких эмиссий и (или) увеличиться количество образующих отходов».

Ст. 80. Скрининг воздействий намечаемой деятельности

Пункт 1. Скрининг воздействий намечаемой деятельности представляет собой процесс выявления потенциальных *) существенных воздействий реализации намечаемой деятельности на окружающую среду...

Если в данной расшифровке понятия «скрининг воздействий» принять к сведению, что «процесс выявления потенциальных существенных воздействий» - обозначает «процесс выявления возможных существенных воздействий» (см. Ст. 75, пункт 1), то сле-

дует признать, что в Параграфе 3 Ст. 75 «Оценка воздействия на окружающую среду» и Ст. 80 «Скрининг воздействий намечаемой деятельности» под «различными» понятиями скрывается общее понятие рассматриваемого Параграфа 3 «Оценка воздействия на окружающую среду». В этой связи, возможно не случайно, а осмысленно пункт 3 статьи 80 начинается не с понятия «скрининг воздействий ...», а просто с «Скрининг намечаемой деятельности ...», который организуется уполномоченным органом в области охраны окружающей среды в соответствии с Инструкцией по организации и проведению экологической оценки. В данном случае применение одной, общей для «Оценки воздействия на окружающую среду» и для «Скрининга воздействий намечаемой деятельности», Инструкции совершенно логично и правильно!

**) потенциальный – возможный*

Ст. 81. Критерии существенности воздействия на окружающую среду

Пункт 1. При проведении скрининга воздействия намечаемой деятельности рассматриваются следующие критерии, характеризующие намечаемую деятельность и существенность ее возможного воздействия на окружающую среду: Далее перечисляются критерии.

Пункт 2. Рассмотрение критериев, предусмотренных пунктом 1 настоящей статьи, осуществляется в соответствии с Инструкцией по организации и проведению экологической оценки.

Ст. 90. Методическое обеспечение проведения оценки воздействия на окружающую среду

Пункт 1. Оценка воздействия на окружающую среду проводится в соответствии с инструктивно-методическими документами по проведению оценки воздействия на окружающую среду ...

Название Ст. 90 «Методическое обеспечение проведения оценки воздействия на окружающую среду» не в полной мере отражает содержание самой статьи, и в этой связи должно быть изменено. Так, понятие «методическое обеспечение» - это, прежде всего разнообразные методические средства, способствующие более эффективной реализации программно-методической деятельности, направленной на обеспечение проведения оценки воздействия на окружающую среду. При этом в пункте 1 данной статьи сказано, что «оценка воздействия на окружающую среду проводится в соответствии с инструктивно-методическими документами по

проведению оценки воздействия на окружающую среду, утвержденными уполномоченным органом в области охраны окружающей среды. Если принять к сведению, что к группе инструктивно-методических документов относятся и нормативно-правовые документы распорядительного характера, в частности составляющие нормативно-правовую базу организации и проведения экологической оценки воздействия на окружающую среду, то вполне закономерно указать в Главе 7. «Экологическая оценка» перечень основных инструктивно-методических и нормативно-правовых документов, которые не указаны в содержании каждого параграфа Главы 7. Перечень необходимых инструктивно-методических и нормативно-правовых инструкций каждого вида экологической оценки, регулирующих различные виды и порядок экологической оценки, может быть указан в Ст. 60 «Виды экологической оценки» или в Ст. 90 «Методическое обеспечение проведения оценки воздействия на окружающую среду».

Выводы. Проведенный анализ смыслового содержания, функциональной и нормативно-правовой основы Главы 7 «Экологическая оценка» Проекта Экологического кодекса Республики Казахстан свидетельствует о содержательной и смысловой идентичности основных понятий (первые пункты Ст. 59, Ст. 62 и Ст. 75) – призванных отражать не только исключительную экологическую и функциональную особенность вида экологической оценки каждого параграфа Главы 7, но и не подменять одно понятие другим в ущерб проводимой экологической оценке, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду. Парадоксальность содержания «различных видов» экологической оценки и их смысловая неопределенность обусловлена и тем, что организация, требования и порядок проведения каждого вида экологической оценки – определяются, организуется и проводится в соответствии с единственным «универсальным» правовым актом, устанавливающим правила и регулирующим все три вида экологической оценки – «Инструкцией по организации и проведению экологической оценки». Не менее удивительным является и то, что и скрининг Документов – концепций и программ, так же как и скрининг воздействия намечаемой деятельности, включая необходимость или отсутствие необходимости проведения оценки воздействия на окружающую среду, осуществляется все той же «Инструкцией по организации и проведению экологической оценки».

Примечание к заключению.

Ст. 59, пункт 1 – под «экологической оценкой» понимается процесс выявления, изучения, описания ... возможных прямых и косвенных существенных воздействий ...

Ст. 62, пункт 1 – под «стратегической экологической оценкой» понимается процесс выявления, изучения, описания и оценки на основе соответствующих исследований возможных существенных воздействий.

Ст. 75, пункт 1 – под «оценкой воздействия на окружающую среду» понимается процесс выявления, изучения, описания и оценки на основе соответствующих исследований возможных существенных воздействий.

Аналогия или сходство между тремя экологическими понятиями очевидна! Однако, поскольку по замыслу авторов Проекта ЭК РК каждое экологическое понятие понимается как процесс то, с учетом смыслового содержания «понимание» - как то или иное толкование самого процесса, каждая формулировка экологической оценки имеет право на существование! При этом смысловая идентичность всех трех понятий экологической оценки на весь период действия нового Экологического кодекса РК сохранит неопределенность в том или ином толковании как «экологической оценки», «стратегической экологической оценки», так и «оценки воздействия на окружающую среду». Запущенный процесс волюнтаризма будет действовать до коренной переработки нового Экологического кодекса Республики Казахстан или до его отмены!

Список литературы

1 Постановление Правительства РК от 30 декабря 2019 г. № 1022 о внесении Проекта Экологического кодекса Республики Казахстан на рассмотрение Мажилиса Парламента РК. [Postanovlenie Pravitel'stva RK ot 30 dekabrya 2019g. N1022 o vnesenii Proekta Ekologicheskogo kodeksa Respubliki Kazakhstan na rassmotreniye Mazhilisa Parlamenta RK.]

2 Протокол по стратегической экологической оценке к Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (Протокол по СЭО к Конвенции Эспо), Киев, 2003. [Protokol po strategicheskoy ekologicheskoy otsenke k Konventsii ob otsenke vozdejstviya na okruzhayushhuyu sredu v transgranichnom kontekste (Protokol po SEO k Konventsii Espo, Kiev, 2003)]

3 Орхусская Конвенция – конвенция Европейской Экономической комиссии ООН «О доступе к информации, участии общественности в процессе при-

нятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды», Орхус, Дания, 1998. [Orkhussskaya Konventsiya – konventsiya Evropejskoj Ekonomicheskoj komissii OON “O dostupe k informatsii, uchastiya obshhestvennosti v protsesse prinyatiya reshenij i dostupe k pravosudiyu po voprosam, kasayushhimsya okruzhayushhej srede”], Orkhus, Daniya, 1998]

Шустов А.И. – кандидат биологических наук, доцент,
e-mail: a-ilich@yandex.ru

Огарь Н.П. – доктор биологических наук., профессор, член -корр. НАН РК,
e-mail: ogar-54@mail.ru

Кысыков В.А. – эколог, e-mail: vitok1983@gmail.com

Попов Н.К. – кандидат биологических наук, ведущий специалист,
e-mail: fich63@mail.ru

Горбунова Н.Ф. – главный менеджер ТОО «ECOTERA»,
e-mail: ash_natali@mail.ru

Кирикович В.В. – главный специалист, e-mail: woowaa81@mail.ru

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 *Е. Бердыкулов*
Компьютерная верстка и дизайн *Н.Т. Раймкулова*
Обложка *Е.С. Кадырова, Л.Н. Гребцовой*

Подписано в печать 15.03.2021.
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. п.л. 14,38. Тираж 350 экз. Заказ 160.

Редакционно-издательский отдел НЦ ГНТЭ.
050026, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221