

**Ежемесячный
научный журнал
№48 / 2019
3 часть**

Редакционный совет

Ответственный редактор – д.ф-м.н. Филесин Т.А.
Секретарь конференции – д.ю.н. Аракелян Л.Т
Редакционная коллегия
Березин Л.С.
Гордиенко С.В.
Дочев Д.Т.
Ильинский В.И.
Киварова В.М.
Миронина Т.С.
Невский А.А.
Опарина В.П.
Оленин К.А.
Параска Б.Д.
Рыжков Л.П.
Симоненко Д.К.
Тимофеев В.Г.
Трошев А.Е.

Ответственный редактор

д.ф-м.н. Филесин Т.А. (Российская Федерация)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции: 620144, г. Екатеринбург, улица Народной Воли, 2, оф. 44

Адрес электронной почты: info@national-science.ru

Адрес веб-сайта: <http://national-science.ru/>

Учредитель и издатель Национальная ассоциация ученых (НАУ) Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии 620144, г. Екатеринбург,
улица Народной Воли, 2, оф. 44

Редакционный совет

Ответственный редактор – д.ф-м.н. Филесин Т.А.
Секретарь конференции – д.ю.н. Аракелян Л.Т
Редакционная коллегия
Березин Л.С.
Гордиенко С.В.
Дочев Д.Т.
Ильинский В.И.
Киварова В.М.
Миронина Т.С.
Невский А.А.
Опарина В.П.
Оленин К.А.
Параска Б.Д.
Рыжков Л.П.
Симоненко Д.К.
Тимофеев В.Г.
Трошев А.Е.

Художник: Венерская Виктория Александровна

Верстка: Коржев Арсений Петрович

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

Международные индексы:



СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Ковековдова Л. Т., Симоконь М. В.,
Попков А. А., Наревич И. С.*

МОНИТОРИНГ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ
ГИДРОБИОНТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ4

Шарыгина М. В., Русанов А. М.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В
СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ8

Бугеро Н.В., Ильина Н. А., Александрова С. М.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВА
МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ У ЛИЦ,
ПРОЖИВАЮЩИХ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ
РОССИИ.....11

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Занина А. В.

КОМПЛЕКС ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ
МЕРОПРИЯТИЙ В НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ
ХОЗЯЙСТВАХ ПО ЭЙМЕРИОЗ И ПАСТЕРЕЛЛЕЗУ
КРОЛИКОВ.....14

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Руина О. В., Коньшкіна Т. М.,

Борисов В. И., Родин Е. А.,

Липатов Д. К., Гнучина Д. С.

РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА В ТЕРАПЕВТИЧЕСКОМ ОТДЕЛЕНИИ
.....17

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Серокуров Ю. Н.

ПРОБЛЕМЫ ПРИ ПРОГНОЗЕ КИМБЕРЛИТОВОГО
МАГМАТИЗМА И НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ
.....20

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Алигазиева П. А., Кебедова П. А.,

Дабузова Г. С., Гаджиева У. А.

СВЯЗЬ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ С
ОТДЕЛЬНЫМИ ФАКТОРАМИ И
ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ КОРОВ 25

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Novruzova S. G., Aliyev I.N.

VOLUME ACCOUNTING OF WATER LEAKAGE
INJECTED INTO THE STRIPE LIKE VISCOUS-PLASTIC OIL
RESERVOIR IN PERIMETER AND MARGINAL ARTIFICIAL
FLOODING29

Корнейчук Г.К.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО
НАНОПОЛИМЕРБИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ
ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ.....34

Оганесян А. Т., Барегамян Г. В.,

Мартirosян Н. В., Хачатрян В. А,

Арзаян Р. Г., Азатян Р. Г.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАМАГНИЧИВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ
ИЗ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....37

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Витко А. В.

ОБЪЕМНАЯ СКОРОСТЬ В ПЛАНКОВСКОЙ СИСТЕМЕ
КОНСТАНТ40

Лобаев А. Н., Вдовин С. И.,

Харитонов И. Ю., Богословская Н. М.

ИССЛЕДОВАНИЕ УРАВНЕНИЯ
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ТЕПЛООБМЕНЕМ НА
ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ КРАНКА-НИКОЛСОНА.47

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

МОНИТОРИНГ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ

Ковековдова Лидия Тихоновна

Доктор биолог. наук
Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО)
г. Владивосток

Симоконь Михаил Витальевич

кандидат биолог. наук
Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО)
г. Владивосток

Попков Александр Анатольевич

Главный специалист
Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО)
г. Владивосток

Наревич Ирина Сергеевна

Специалист
Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО)
г. Владивосток

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.83](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.83)

THE MONITORING OF FAR EASTERN MARINE COMMERCIAL SPECIES SAFETY

Kovekovdova Lidia Tikhonovna

Doctor of biology
Pacific branch of FSBSE «VNIRO» (TINRO)
Vladivostok

Simokon Mikhail Vitalievich

Ph.D.
Pacific branch of FSBSE «VNIRO» (TINRO)
Vladivostok

Popkov Alexander Anatolievich

Senior specialist
Pacific branch of FSBSE «VNIRO» (TINRO)
Vladivostok

Narevich Irina Sergeevna

Specialist
Pacific branch of FSBSE «VNIRO» (TINRO)
Vladivostok

Анотация

Определены уровни содержания As, Pb, Cd, Cu, Fe, Hg, Zn, Cu, хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов в морских промысловых рыбах и ракообразных ДВ морей.

Показано, что концентрации токсичных элементов Pb, Cd, Hg, хлорорганических пестицидов, полихлорированных бифенилов в органах рыб, креветках и крабах не превышали предельно допустимых уровней.

Abstract

The level of As, Pb, Cd, Cu, Fe, Hg, Zn, Cu, organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls content was determined in the marine commercial fish species and crustaceans from Far Eastern seas.

It was shown, that the concentrations of toxic elements Pb, Cd, Hg, organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in the organs and tissues of fish, shrimps and crabs didn't exceed maximum permissible levels of the contaminants.

Ключевые слова: токсичные элементы; хлорорганические пестициды; рыбы; ракообразные; атомная абсорбция.

Key words: toxic elements; organochlorine pesticides; fish; crustaceans; atomic absorption.

Необходимость проведения мониторинга изменения содержания токсичных веществ в компонентах среды и гидробионтах подтверждена нормативными документами (Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии

населения" от 30 марта 1999 года №52-ФЗ и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утверждённое Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 июля 2002 г. №554) и приказом

Федерального агентства по рыболовству № 1020 от 13.11.2009 и его новой редакции № 518 от 03.06.2010.

В 2018 году в аналитическом научно-испытательном центре «ТИПРО-Центр» была продолжена работа по теме: «Мониторинг качества основных объектов промысла Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна». Интерес к содержанию токсичных веществ в морских организмах связан как с отсутствием сведений об уровнях их содержания, так и с увеличением антропогенной нагрузки на водные экосистемы дальневосточных морей, которая способна нарушить естественный круговорот химических элементов.

Цель работы: Определение содержания элементов, хлорорганических пестицидов (ХОП), полихлорированных бифенилов в объектах промысла Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в 2017 – 2018 г.г.

Объектами исследования на содержание токсичных веществ были отдельные виды рыб из Охотского, Японского и Берингова морей: сельдь тихоокеанская (*Clupea pallasii*), минтай (*Theragra chalcogramma*), треска тихоокеанская (*Gadus macrocephalus*). Промысловые ракообразные: креветка гребенчатая (*Pandalus hipsinotus*), креветка северная (*Pandalus borealis*), краб – стригун опилио (*Chionoecetes opilio*), краб-камчатский (*Paralithodes camchaticus*) - из Японского моря. Карта-схема районов вылова гидробионтов – рисунок 1. Вылов гидробионтов осуществлялся сотрудниками БИФ «ТИПРО-Центр» в 2017 - 2018 г.г.

Подготовка проб гидробионтов к атомно-абсорбционному определению металлов проводилась методом кислотной минерализации с

азотной кислотой в соответствии с ГОСТом 26929-94 [2, с. 120)]. Измерение концентраций элементов проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Shimadzu 6800» с использованием пламенного и беспламенного методов.

Подготовку проб гидробионтов к атомно-абсорбционному определению ртути проводили следующим образом: отбирали среднюю пробу ткани, гомогенизировали; навеску влажной ткани 0,10 – 0,30 г. помещали в кварцевую кювету. Ртуть определяли на прямом анализаторе Milestone DMA-80.

Вся использованная в анализе аппаратура имеет сертификаты метрологической поверки. В качестве стандартных образцов использовали государственные стандартные образцы растворов металлов – ГСО. Достоверность результатов основана на метрологическом обеспечении результатов, которое предусматривала постоянный контроль качества получаемых результатов анализа с помощью международных референсных стандартных образцов (NIST SRM 2976 mussel tissue, IAEA MA-A-2/T fish flesh). Относительные стандартные отклонения для начальной калибровки и всех последующих находились в пределах от 3 до 6 %.

Определение хлорорганических пестицидов в органах гидробионтов проводили после предварительной подготовке согласно «Временные методические указания 2482-81» на газовом хроматографе модель 7890A (Agilent Technologies, США).

Полихлорированные бифенилы определяли на газо-жидкостном хроматографе с электронзахватным детектором в соответствии с ГОСТ Р 53184-2008.

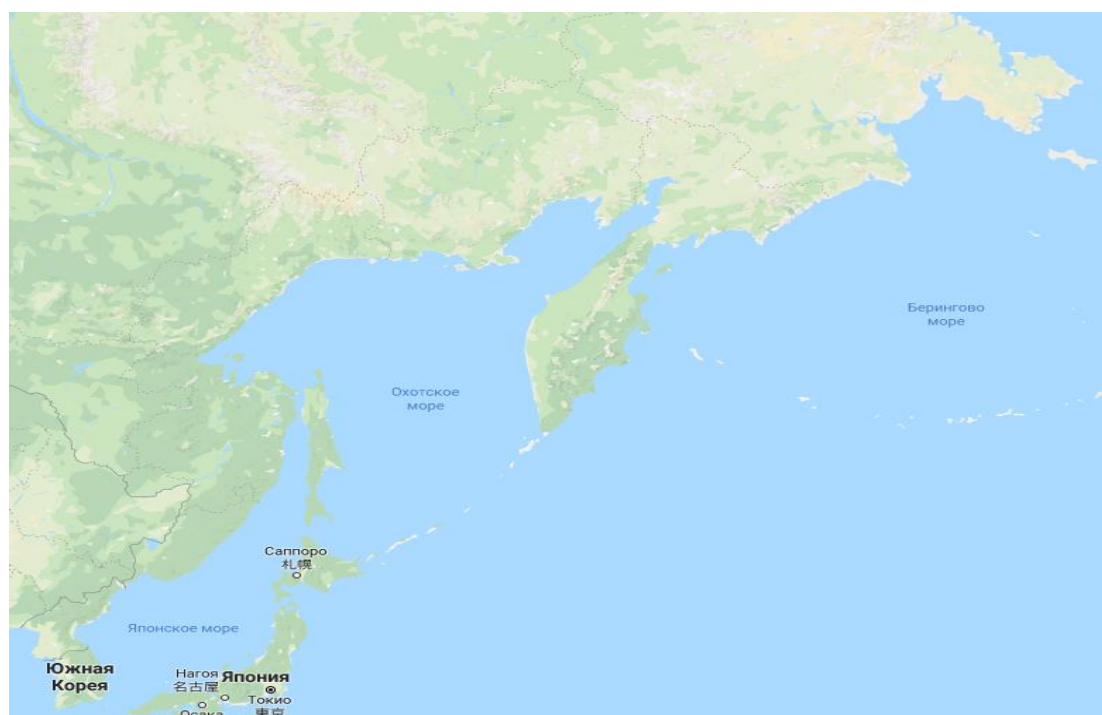


Рисунок 1 – Карта-схема районов исследования

Диапазоны содержания элементов As, Cd, Hg, Pb, Zn, Cu, Fe представлены в таблицах 1, 2. Полученные данные позволяют дать оценку самым общим тенденциям локализации металлов в организме рыб, без учета видовых, возрастных, сезонных и половых различий. Как видно из таблиц, концентрации элементов в органах рыб находятся в широких диапазонах.

Независимо от видовой принадлежности и условий среды обитания распределение элементов по органам рыб подчиняется следующей закономерности: в печени, по сравнению с мышцами, концентрируются максимальные

количества Fe, Cu, Cd, Zn. В мышцах рыб обнаруживались минимальные концентрации металлов, за исключением ртути, концентрации которой в мышцах и печени близки.

Расположение элементов в мышечных тканях морских рыб в порядке убывания концентраций представлено в следующих рядах:

Минтай: Fe>Zn>As>Cu>Pb>Cd>Hg;

Сельдь тихоокеанская:

Fe>Zn>As>Cu>Cd>Pb>Hg;

Треска тихоокеанская:

Fe>As>Zn>Cu>Pb>Hg>Cd.

Таблица 1

ДИАПАЗОНЫ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЭЛЕМЕНТОВ В МЫШЦАХ И ПЕЧЕНИ МИНТАЯ (THERAGRA CHALCOGRAMMA), MIN-MAX (СРЕД.), МГ/КГ СЫР. МАССЫ

Район вылова	Орган	As	Cd	Hg	Pb	Zn	Cu	Fe
Охотское море	Мышцы	0,5-1,29 (0,75)	0,012- 0,061 (0,040)	0,011- 0,032 (0,028)	0,01-0,09 (0,05)	0,0-4,9 (3,5)	0,00-0,50 (0,30)	2,1-33,6 (14,8)
Охотское море	Печень	1,2-3,04 (1,86)	0,021- 0,391 (0,200)	0,033- 0,046 (0,043)	0,02-0,13 (0,06)	8,0-40,9 (25,8)	0,86-7,26 (3,57)	60,6-143 (92,2)
Японское море	Мышцы	0,1-2,76 (1,2)	0,008- 0,012 (0,010)	0,04-0,04 (0,04)	0,01-0,05 (0,03)	0,9-5,1 (3,5)	0,01-0,27 (0,13)	4,7-34,5 (20,4)
Японское море	Печень	0,94-2,14 (1,69)	0,021- 0,419 (0,250)	0,042- 0,042 (0,042)	0,02-0,06 (0,04)	8,6-19,1 (16,0)	3,79-7,1 (5,74)	46-102 (67,7)
Берингово море	Мышцы	0,65-4,15 (1,44)	0,005- 0,019 (0,010)	0,004- 0,055 (0,016)	0,03-0,07 (0,05)	4,3-7,3 (5,8)	0,39-0,81 (0,59)	4,7-48,3 (12,5)
Берингово море	Печень	1,77-4,36 (3,21)	0,187- 0,579 (0,350)	0,002- 0,049 (0,01)	0,02-0,06 (0,04)	11,3-22,6 (18,3)	1,76-7,35 (5,02)	9,4-286 (53,9)

На основании данных об уровнях содержания токсичных элементов в органах морских рыб была проведена оценка их качества в соответствии с ТР ТС 021/2011 № 880 [4, с. 125]. Содержание

токсичных элементов Pb, Hg, As, Cd в мышцах и печени обследованных морских рыб в среднем не превышало предельно допустимых уровней (ПДУ).

Таблица 2

**ДИАПАЗОНЫ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЭЛЕМЕНТОВ В МЫШЦАХ И ПЕЧЕНИ СЕЛЬДИ
ТИХООКЕАНСКОЙ (*CLUPEA PALLASII*) И ТРЕСКИ ТИХООКЕАНСКОЙ
(*GADUS MACROCEPHALUS*), MIN-MAX (СРЕД.), МГ/КГ СЫР. МАССЫ**

Район вылова	Вид	Орган	As	Cd	Hg	Pb	Zn	Cu	Fe
Охотское море	<i>Clupea pallasii</i>	Мышцы	0,29-1,68 (0,95)	0,01-0,05 (0,02)	0,013-0,057 (0,032)	0,01-0,07 (0,03)	1,9-35,6 (7,4)	0,76-9,95 (2,33)	4,0-49,2 (17,4)
Охотское море	<i>Clupea pallasii</i>	Печень	0,18-1,95 (1,16)	0,04-1,39 (0,51)	0,021-0,101 (0,05)	0,01-0,27 (0,08)	5,5-30,6 (18,2)	1,47-9,24 (5,08)	7,7-476 (212)
Берингово море	<i>Clupea pallasii</i>	Мышцы	0,39-1,8 (1,06)	0,01-0,07 (0,04)	0,009-0,021 (0,015)	0,01-0,03 (0,02)	0,9-4,6 (2,3)	0,3-1,2 (0,61)	3,2-10,5 (5,9)
Берингово море	<i>Clupea pallasii</i>	Печень	0,6-1,9 (1,12)	0,05-0,18 (0,11)	0,01-0,027 (0,016)	0,03-0,09 (0,04)	3,5-15,5 (8,17)	1,0-3,9 (2,0)	6,9-29,4 (14,8)
Берингово море	<i>Gadus macrocephalus</i>	Мышцы	1,36-13,9 (5,0)	0,02-0,03 (0,02)	0,018-0,038 (0,025)	0,01-0,05 (0,03)	2,96-4,3 (3,62)	0,83-6,93 (1,88)	5,8-14,9 (9,5)
Берингово море	<i>Gadus macrocephalus</i>	Печень	2,3-5,6 (3,87)	0,03-0,04 (0,03)	0,005-0,023 (0,014)	0,09-0,5 (0,27)	16,7-24,3 (19,7)	3,48-8,43 (6,61)	29-169 (90)

Концентрации элементов в мягких тканях исследованных промысловых ракообразных приведены в таблице 3. Мониторинг токсичных элементов в ракообразных проводится сравнительно недавно [3, с. 148]. Формирование микроэлементного состава морских организмов обусловлено физиологической потребностью в элементах, предопределённой окислительно-восстановительными условиями среды в ходе эволюции биосферы [1, с. 320].

Своеобразие микроэлементного состава мышц крабов проявляется в повышенном содержании

меди в мышцах. Содержание Cu в мышечной ткани ракообразных обусловлено тем, что они являются обитателями придонного слоя воды, живут в условиях пониженного содержания кислорода и гемоцианин (аналог гемоглобина), в состав которого входит Cu, переносит кислород к органам ракообразных в условиях дефицита кислорода. Данные Мохапатра [6, с. 2730] с соавторами указывают также на то, что крабы могут поглощать некоторое количество меди из экзоскелета в ткани тела.

Таблица 3

**ДИАПАЗОНЫ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЭЛЕМЕНТОВ В МЫШЦАХ РАКООБРАЗНЫХ,
MIN-MAX (СРЕД.), МГ/КГ СЫР. МАССЫ**

Вид	As	Cd	Cu	Fe	Pb	Zn	Hg
<i>Panadalus borealis</i>	1,6-8,5 (4,8)	0,03-0,15 (0,08)	3,1-5,0 (3,8)	2,3-6,6 (4,4)	0,01-0,09 (0,05)	17,3-21,3 (19,2)	0,02-0,03 (0,02)
<i>Pandalus hipsinotus</i>	2,78-14,6 (6,04)	0,01-0,13 (0,05)	1,9-5,6 (3,9)	2,1-7,4 (3,6)	0,00-0,01 (0,06)	15,7-68,9 (28,1)	0,02-0,05 (0,03)
<i>Chionoecetes opilio</i>	9,0-15,3 (7,0)	0,02-0,05 (0,04)	3,2-6,0 (5,0)	2,5-6,0 (4,8)	0,01-0,03 (0,02)	47,9-71,2 (57,6)	0,02-0,04 (0,03)
<i>Paralithodes camchatica</i>	3,3-5,8 (5,2)	0,003-0,014 (0,008)	2,1-8,4 (4,2)	4,0-9,6 (6,5)	0,02-0,10 (0,05)	48,8-76,1 (64,1)	0,02-0,04 (0,03)

Допустимые уровни содержания токсичных элементов в мягких тканях моллюсков и ракообразных в мг/кг сырой массы составляют: свинца – 10; мышьяка – 5; кадмия – 0,2; ртути – 0,2. Определение токсичных элементов в креветках и крабах из отдельных районов подзоны Приморья, позволило отметить, что содержание Pb, Cd, Hg в мягких тканях ракообразных не превышало ПДУ концентраций этих элементов.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 в приложении 3 устанавливает требования безопасности уровня содержания хлорорганических пестицидов (ГХЦГ для рыб - 0,2 мг/кг; ДДТ – 0,2 мг/кг, для нежирных рыб и 2,0 мг/кг для сельди и др. жирных рыб) и полихлорированных бифенилов (2,0 мг/кг).

Таблица 4

**СРЕДНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ БИФЕНИЛОВ И
ХЛОРООРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ В МЫШЦАХ РЫБ**

N п/п	Район	Вид	Хлороорганические пестициды, мг/кг		Полихлорированные бифенилы сумма изомеров ПХБ, мг/кг
			ГХЦГ (альфа, бета, гамма- изомеры)	ДДТ и его метаболиты	
1.	Охотское море	<i>Theragra chalcogramma</i>	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
2.	Охотское море	<i>Clupea pallasii</i>	не обнаружены	0,0189±0,0002	не обнаружены
3.	Берингово море	<i>Clupea pallasii</i>	не обнаружены	0,0223±0,0003	не обнаружены
4.	Охотское море	<i>Gadus macrocephalus</i>	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены

Содержание хлороорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов в рыбах ДВ морей не превышали предельно допустимых концентраций.

Литература

1. Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30 марта 1999 года №52-ФЗ.
2. ГОСТ 26929-94. Сырьё и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. - М., 1994. - 123 с.
3. О безопасности пищевой продукции. Технический Регламент таможенного союза (ТР ТС

021/2011), утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880.

4. Наревич И.С., Ковековдова Л.Т. Микроэлементы (As, Cd, Pb, Fe, Cu, Zn, Se, Hg) в промысловых ракообразных Японского моря // Известия ТИНРО. - 2017. - Том. 189. - С. 147 - 154.

5. Виноградов А.П. Химический элементарный состав организмов и периодическая система Д.И. Менделеева (монография) – М: Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР. - 19356. - Т. 3. – 650 с.

6. Mohapatra T.R., Rautray K., Patra V., Rajeeb K. Trace element-based food value evaluation in soft and hard shelled mud crabs // Food and Chemical Toxicology. – 2009. – Vol. 47. – P. 2730–2734.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Шарыгина Мария Валерьевна

аспирант

Оренбургский Государственный Университет

г. Оренбург

Русанов Александр Михайлович

Профессор, доктор биологических наук

Оренбургский Государственный Университет

г. Оренбург

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.86](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.86)

PROSPECTS OF NANOTECHNOLOGY DEVELOPMENT IN AGRICULTURE

Sharygina Maria

postgraduate

Orenburg State University

Orenburg

Rusanov Alexander

Professor, Doctor of Biological Sciences

Orenburg State University

Orenburg

Аннотация

В последнее время в агропродовольственном комплексе России стали широко применяться нанотехнологии. Они находят применение практически во всех областях сельского хозяйства: растениеводстве, животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве, ветеринарии, перерабатывающей промышленности, производстве сельхозтехники и т. д. Целью данной статьи был обзор литературных данных, касающихся применения нанотехнологий в сельском хозяйстве.

Abstract

Recently, nanotechnology has become widely used in the agro-food complex of Russia. They are used in almost all areas of agriculture: crop, livestock, poultry, fish, veterinary, processing industry, agricultural machinery production, etc. the Purpose of this article was to review the literature on the application of nanotechnology in agriculture.

Ключевые слова: сельское хозяйство, нанотехнологии, наноматериалы, экологический аспект, окружающая среда.

Keywords: agriculture, nanotechnology, nanomaterials, ecological aspect, environment.

Отцом нанотехнологий является лауреат Нобелевской премии физик Ричард Фейнман, который в своей лекции в 1959 году указал на возможность получения наноматериалов [7], но впервые термин “нанотехнологии” был определен Норио Танигучи в 1974 году [15]. Определение наноматериалов все еще развивается и в настоящее время предполагает, что наночастицы (НЧ) являются нерастворимыми или биоперсистентными материалами (объектами), которые создаются преднамеренно и имеют один или несколько внешних размеров или внутреннюю структуру в масштабе от 1 нм до 100 Нм [5]. В пределах этой группы материалов находятся НЧ, которые имеют как минимум два измерения на наноуровне [9]. Однако необходимо учитывать, что, по мнению исследователей, нынешний предел в 100 нанометров, который является основой для размеров НЧ, в настоящее время устарел и что любые новые правила, которые создаются, должны основываться на более новой, более продвинутой систематике. Это происходит потому, что иногда частицы имеют почти такие же характеристики, что и “обычные” химические вещества, полученные уменьшением до наноразмеров, и что синтезированные НЧ того же материала имеют совершенно разные свойства в зависимости от размера частиц.

Нанотехнологии - инновационное и перспективное направление междисциплинарных исследований. Это открывает широкий спектр возможных применений в различных областях промышленности и науки, таких как медицина, фармакология, электроника, биология и селекция растений [1, 3]. Бурно развивающееся коммерческое и промышленное использование нанотехнологий привело к увеличению эмиссии наночастиц в окружающую среду и неизбежно к различным воздействиям на живые организмы, в том числе на растения, которые анализировались в меньшей степени [13]. Современное состояние дел свидетельствует о том, что наноматериалы могут оказывать неблагоприятное воздействие и что они еще полностью не изучены и не поняты. Новая область знаний, “Нано-Токсикология”, которая недавно получила развитие [5], подтвердила необходимость анализа влияния наноматериалов на живые организмы. Однако прежде чем определить степень токсичности наночастиц, необходимо провести детальный анализ поглощения наночастиц живыми организмами и их движения внутри организма на различных уровнях организации – органах, тканях, клетках и молекулярном уровне. Хотя наночастицы всегда присутствуют в окружающей среде и их природные источники включают в себя, среди прочего, активные вулканы, лесные пожары, пыльные бури, развитие нанотехнологий привело к значительному увеличению их присутствия в окружающей среде,

потому что они либо производятся преднамеренно, либо в результате технологических процессов, таких как сварка, плавка металла, пайка, в двигателях внутреннего сгорания, в системах отопления и электростанций или в лазерной офисной технике [4]. Наноматериалы используются во многих различных отраслях промышленности, таких как электротехника [8, 11], медицина [10, 16], косметология, сельское хозяйство, пищевая промышленность, строительство [17]. Объем мирового производства наноматериалов в 2004 году составил 2000 тонн, и, по прогнозам, за период 2011-2020 годов эта цифра увеличится более чем в 25 раз [12]. Быстрорастущее число сообщений о накоплении наноматериалов в окружающей среде указывает на то, что судьба наночастиц в окружающей среде до конца неизвестна и непонятна [2]. Анализы в основном связаны с изучением воздействия наноматериалов на животных и бактерии, и знания об их воздействии на растения очень скудны. Анализ влияния наночастиц на живые организмы не может быть сопоставлен, например, с испытанным воздействием тяжелых металлов, поскольку наночастицы отличаются от основного материала в атомной структуре, а их физико-химические и биологические свойства также различны [14]. Необходимость выявления любых угроз, связанных с развитием нанотехнологий, не подлежит сомнению.

В последние годы были проведены многочисленные исследования с целью анализа и описания влияния наночастиц на рост и развитие растений, и многие из них рассматривали эту проблему на примере растениеводства. Было проведено много исследований по влиянию наночастиц на физиологические процессы [6, 18], которые непосредственно влияют на рост растений.

Под эгидой ФАО (ФАО, FAO (Food and Agriculture Organization, англ.) - Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Особое агентство ООН, основанное 16 октября 1945 для борьбы за осуществление одного из ключевых прав человека - права на достойное питание) создана база данных о более 160 проектах использования нанотехнологий в сельском хозяйстве, которые финансируются и разрабатываются в мире с 2006 года. В растениеводстве применение нанопрепаратов дает повышение устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и увеличение урожайности в полтора-два раза практически всех производственных (картофель, зерновые, овощные, плодово-ягодные) и технических (лен, хлопок) культур [19]. В Российском государственном аграрном университете имени Тимирязева, например, применяют биологически активные нанопорошки железа для активизации ферментативных систем

растений. Такой порошок достаточно легко адсорбируется на семенах, подготовленных к посеву, и активно влияет на всхожесть. Этот препарат увеличивает устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды и повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Эффективность работы подтверждена масштабными испытаниями, которые установили, что урожайность зерновых культур повышается в среднем на 15 процентов, урожайность зеленой массы растений на 25 процентов, клубнеплодов - на 30. Кроме того, нанотехнологии применяются в послепосевной обработке подсолнечника, табака и картофеля, при хранении яблок.

Оценивая перспективы применения наноматериалов в сельском хозяйстве, нужно подчеркнуть необходимость изучения их поведения в почве (подвижности, стабильности) и воздействия на почвенные микроорганизмы. Таких исследований пока очень мало. Не разработаны аналитические методы, пригодные для измерения концентрации наноматериалов в воде и почве. Маловероятно, что существующие методики оценки риска применения обычных защитных средств на основе органических соединений можно будет использовать для наноматериалов. Международные принципы определения "нанориска" всё еще находятся на начальной стадии разработки.

Литература:

1. Alivisatos AP, Gu W, Larabell C. Quantum dots as cellular probes. *Annu Rev Biomed Eng.*2005; 7:55–76.
2. Aslani F, Bagheri S, Muhd Julkapli N, Juraimi AS, Hashemi FS, Baghdadi A. Effects of engineered nanomaterials on plants growth: an overview. *ScientificWorldJournal.* 2014; 2014:641759.
3. Begum P, Ikhtiar R, Fugetsu B. Potential impact of multi-walled carbon nanotubes exposure to the seedling stage of selected plant species. *Nanomater.* 2014; 4(2):203–221.
4. Buzea C, Blandino IP, Robbie K. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. *Biointerphases.* 2007; 2(4):MR17–MR172.
5. Dietz KJ, Herth S. Plant nanotoxicology. *Trends Plant Sci.* 2011; 16(11): 582–589.
6. Du W, Tan W, Peralta-Videa JR, Gardea-Torresdey JL, Ji R, Yin Y, et al. Interaction of metal oxide nanoparticles with higher terrestrial plants: physiological and biochemical aspects. *Plant Physiol Biochem.* 2016.
7. Feynman RP. There's plenty of room at the bottom. *Eng Sci.* 1960; 23(5):22–36.
8. Gittins DI, Bethell D, Nichols RJ, Schiffrin DJ. Diode-like electron transfer across nanostructured films containing a redox ligand. *J Mater Chem.* 2000; 10:79–83.
9. Klaine SJ, Alvarez PJJ, Batley GE, Fernandes TF, Handy RD, Lyon DY, et al. Nanomaterials in the environment: behavior, fate, bioavailability and effects. *Environ Toxicol Chem.*2008; 27:1825–1851.
10. Landers J, Turner JT, Heden G, Carlson AL, Bennett NK, Moghe PV, et al. Carbon nanotube composites as multifunctional substrates for in situ actuation of differentiation of human neural stem cells. *Adv Healthc Mater.* 2014; 3(11):1745–1752.
11. Mink JE, Hussain MM. Sustainable design of high – performance micro-sized microbial fuel cell with carbon nanotube anode and air cathode. *ACS Nano.* 2013; 7(8):6921–6927.
12. Nowack B, Bucheli TD. Occurrence, behavior and effects of nanoparticles in the environment. *Environ Pollut.* 2007; 150(1):5–22.
13. Rico CM, Majumdar S, Duarte-Gardea M, Peralta-Videa JR, Gardea-Torresdey JL. Interaction of nanoparticles with edible plants and their possible implications in the food chain. *J Agric Food Chem.* 2011; 59(8):3485–3498.
14. Sokół JL. Nanotechnologia w życiu człowieka. *Economy and Management.* 2012; 4(1):18–29.
15. Taniguchi N. On the basic concept of nanotechnology. In: *Proceedings of the International Conference on Production Engineering;* 1974 Aug 26–29; Tokyo, Japan. Tokyo: Japan Society of Precision Engineering; 1974. p. 18–23.
16. Whitney JR, Rodgers A, Harvie E, Carswell WF, Torti S, Puretzky AA, et al. Spatial and temporal measurements of temperature and cell viability in response to nanoparticle – mediated photothermal therapy. *Nanomedicine (Lond).* 2012;7(11):1729–1742.
17. Zhang BT, Zheng X, Li HF, Lin JM. Application of carbon-based nanomaterials in sample preparation: a review. *Anal Chim Acta.* 2013; 784 (19):1–17.
18. Zuverza-Mena N, Armendariz R, Peralta-Videa JR and Gardea-Torresdey JL. Effects of silver nanoparticles on radish sprouts: root growth reduction and modifications in the nutritional value. *Front Plant Sci.* 2016; 7:90.
19. Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Голубев И.Г. Направления использования нанотехнологий и наноматериалов в АПК и задачи информационного обеспечения их развития // *Нанотехнологии – производству.* 2006. - С. 409-413.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВА МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ У ЛИЦ, ПРОЖИВАЮЩИХ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ¹*Бугеро Нина Владимировна,*²*Ильина Наталья Анатольевна,*³*Александрова Светлана Михайловна*^{1,2}доктор биологических наук, ³кандидат химических наук*Псковский государственный университет**г. Псков*DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.89](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.89)**CHANGE OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF MICROORGANISMS ISOLATED IN PEOPLE RESIDING IN THE NORTHWEST REGION OF RUSSIA**¹*Nina Vladimirovna Bugero,*²*Natalia Anatolievna Ilyina,*³*Svetlana Mikhailovna Aleksandrova*^{1,2}Dr. Sci. in Biology, ³Cand. Sc. (Chemistry)*Pskov State University, Pskov***Аннотация**

Изучение микрофлоры кишечника людей, проживающих в разных экологических районах города Санкт-Петербурга показало высокий уровень обсемененности простейшими *Blastocystis spp.* Из 462 обследуемых лиц бластоцисты были выявлены у 327 (70,78%) жителей города. Качественный и количественный состав микрофлоры кишечника показал изменение кишечного биотопа обследуемых лиц на фоне инвазии бластоцистами. Определение наличия персистентных свойств у выделенных штаммов простейших *Blastocystis spp.* выявило широкое распространение антилизозимной активности и зависимость выраженности ее показателей от источника выделения.

Abstract

A study of the intestinal microflora of people living in different ecological areas of Saint Petersburg has shown a high level of *Blastocystis spp.* content. Blastocysts were identified in 327 (70.78%) city residents out of 462 subjects. The qualitative and quantitative composition of the intestinal microflora showed a change in the intestinal biotope of the subjects against the background of blastocyst invasion. Identification of the presence of persistent properties in the isolated strains of *Blastocystis spp.* revealed a wide spread of antilysozyme activity and the dependence of the intensity of its indicators on the source of excretion.

Ключевые слова: *Blastocystis spp.*, антилизозимная активность, Санкт-Петербург, микрофлора кишечника, экология

Keywords: *Blastocystis spp.*, antilysozyme activity, БФШте Зуеукынгкпб Санкт-Петербург, intestinal microflora, ecology

Введение. Антропогенное загрязнение окружающей природной среды – постоянно действующий фактор формирования популяционного здоровья. Проблема изучения и оценки взаимоотношения «среда-здоровье» активно разрабатывается в нашей стране с конца прошлого столетия [7, с.15-17].

С развитием экономических преобразований усложнились условия существования человека, все более напряженной становится социально-экологическая ситуация в стране и в отдельно взятом регионе.

Климатогеографические особенности г. Санкт-Петербурга дают основание отнести его к территориям, предъявляющим повышенные требования к адапционным реакциям людей, живущих в этом регионе. Экологическая ситуация в регионе изучения определяется структурой промышленных комплексов и особенностью его положения по отношению к селитебной зоне.

Поэтому неблагоприятные климатические условия г. Санкт-Петербурга в сочетании с промышленными загрязнениями окружающей среды не оставляют организм жителей

безучастным. Это не может не отражаться на здоровье людей, качественным и количественным изменением микрофлоры кишечника человека.

В последние годы все большее внимание паразитологов, инфекционистов, гастроэнтерологов, дерматологов и врачей других специальностей стал привлекать паразитический простейший организм *Blastocystis spp.*, обитающий в желудочно-кишечном тракте человека [6, с.48-50; 5, с.545-552]. Именно с его присутствием в кишечнике связывают развитие многих патологических состояний, проявляющихся гастродуоденитами, энтероколитами, аллергиями и др. [5, с.548].

В последние годы выявлены высокие показатели обсемененности бластоцист у лиц различных групп населения. При этом способность простейших к заселению той или иной экологической ниши зависит от наличия у простейших определенных биологических свойств (антибиотикоустойчивость, синтез токсинов, продукция бактериоцинов, ферментов защиты и агрессии) [1, с.87]. В этом плане несомненный интерес представляют и факторы персистенции,

позволяющие микроорганизму длительную время сохранять жизнеспособность в организме человека [2, с.147].

Целью настоящего исследования явилось: комплексная оценка аутофлоры кишечника при бластоцистозе у лиц, проживающих в экологически неблагоприятном Северо-Западном регионе, а также изучение у простейших *Blastocystis spp.* секретлируемого фактора «антилизоцимной активности» (АЛА), участвующего в инактивации защитных механизмов макроорганизма [3, с.57; 10, с. 64-67].

Материалы и методы

Выявление бластоцист производили в ходе микробиологического анализа испражнений практически здоровых людей. Обследовали 462 человека, проживающих в различных по антропогенной нагрузке районах г. Санкт-Петербурга. Неравнозначность экологических показателей городской среды дало основание выделить три экологических зоны, обусловленные не только их естественными условиями, но и уровнем техногенного загрязнения, главными источниками которого в южных топодемах (Кировский, Московский районы) являются металлургические предприятия, заводы тяжелого машиностроения и железобетонных изделий, судостроительный завод «Северная верфь», в западных районах (Василеостровский, Приморский районы) находятся завод светопрозрачных конструкций, предприятия химической промышленности, пивоваренная компания «Балтика», в северных частях города (Курортный район) расположен инструментальный завод им. С.П. Воскова.

Первую группу составили 135 (29,22%) обследованных, проживающих в южных районах города, вторую – 151 (32,69%) человек (западный район), третью группу – 176 (38,10%) жителей северного топодема города. Состояние микробиоценоза кишечника у обследуемых лиц оценивали в соответствии с общепринятыми рекомендациями.

Для культивирования бластоцист использовали среду Suresh (1993). «Антилизоцимную» активность определяли по методу О.В.Бухарина с соавт. [8, с. 64-67]. Обработку данных производили при помощи пакета прикладных программ для Microsoft Excel 2015 [9, с. 26].

Результаты исследования

Проведенные исследования показали, что из 462 обследуемых лиц бластоцисты были выявлены у 327 (70,78%) жителей г. Санкт-Петербурга. При изучении возрастной структуры обследуемых установлено, что более 50% инвазированных были лица старше 50 лет, 28% жители 35-45 лет, 15% лица 25-35 лет, 4,5% дети 7-14 лет.

Исследование пораженности бластоцистами жителей в зависимости от места проживания позволило установить ее неравнозначность в различных климатозоологических районах города. Максимальные цифры инвазированности

зарегистрированы в экологически неблагоприятном Кировском районе, в котором значения показателя составило (47,92±0,2%) населения. Следующим по интенсивности зараженности бластоцистами является Василеостровский район (32,08±0,4%), а минимальные величины изучаемого показателя были отмечены в Курортном районе (13,33±0,2%).

При изучении микрофлоры толстой кишки у лиц обследуемых групп обнаружено изменение ее состава. Доминирующее положение в биоценозе кишечника лиц, инвазированных бластоцистами, занимали анаэробные микроорганизмы, качественный и количественный состав которых был разнообразен.

Дальнейшая интерпретация полученных результатов показала, что присутствие в микрофлоре кишечника простейших *Blastocystis spp.* в подавляющем большинстве наблюдений сопровождается нарушением микробиоценоза кишечника, что характеризуется уменьшением представителей нормальной флоры (бифидобактерий, лактобактерий, бактероидов) и увеличением условно-патогенных микроорганизмов (энтерококков, клебсиелл, стафилококков). Согласно классификации дисбиозов кишечника, предложенной Куваевой И.Б. и Ладодо К.С. (1991), дисбактериоз I степени (Д I) выявлен у 67 (20,49%) лиц, инвазированных бластоцистами, ДII – у 174 человек (53,21%), в 23,54% (77) случаев был диагностирован дисбактериоз III степени. Нарушения микробиологии IV степени тяжести, характеризующейся полной разбалансированностью в составе микрофлоры, были установлены у 2,75% (9) инвазированных бластоцистами.

Для изучения персистирующих свойств, направленных на деградацию механизмов резистентности хозяина, проводили выявление антилизоцимной активности (АЛА) у 327 штаммов простейших бластоцист, выделенных у людей, проживающих в разных по техногенной нагрузке районах города.

Из 327 изученных штаммов бластоцист 178 (54,43%) обладали АЛА. Уровень АЛА у *V. hominis*, выделенных из фекалий людей проживающих в разных экологических районах города варьировал. Для анализа персистентных характеристик бластоцист были выделены 3 группы простейших: первая включала штаммы с низким уровнем АЛА – до 2 мкг/мл включительно, вторая со средним уровнем – 3-4 мкг/мл и третья с высоким уровнем – 5 мкг/мл и более. Доля штаммов с низкими показателями АЛА составила 35,7% (63 штамма), со средним уровнем – 40,3% (72 штамма) и 24% (43 штамма) с высоким уровнем АЛА.

Дальнейшие исследования показали, что уровень АЛА штаммов простейших варьировал в зависимости от района проживания людей. В связи с этим исследуемые штаммы *Blastocystis spp.* были разделены на 3 группы. В 1-ю группу входили бластоцисты, выделенные из фекалий людей,

проживающих в южном районе города – 145 штаммов, вторую группу (западный район) – 103 штамма и третью группу (северный топодем города) – 79 штаммов бластоцист.

Анализ проведенных исследований показал, что максимальное количество штаммов бластоцист – 145 (57,93%) – было выявлено из фекалий жителей экологически неблагоприятного Кировского района. В этом же топодеме города выделенные штаммы бластоцист обладали наибольшей антилизоцимной активностью.

Анализ изучения показателей АЛА в указанных группах обследуемых лиц показал следующее: антилизоцимная активность бластоцист, выделенных у жителей северного и западного районах города (Василеостровский, Курортный район соответственно) имела низкие (до 2 мкг/мл) и средние (3-4 мкг/мл) значения, тогда как высокие показатели (5 мкг/мл и более) полностью отсутствовали. Высокие значения АЛА (5 мкг/мл и более) наблюдались только у простейших, обнаруженных у жителей южного топодема города (Кировский район), ее показатели составили 34,52% (29 штаммов).

ВЫВОДЫ.

1. Выявлены высокие показатели инвазированности простейшими *Blastocystis spp.* жителей г. Санкт-Петербурга.

2. В топодамах города с экологическим неблагоприятием (Кировский район) зараженность населения бластоцистами выше, чем в районах с относительно благополучной экологической ситуацией (Василеостровский, Курортный районы).

3. Обнаружено, что бластоцистная инвазия сопровождается структурной перестройкой в микробиоценозе кишечника человека. Носительство паразита приводит к нарушениям как в анаэробном, так и в аэробном компоненте микрофлоры.

4. Антилизоцимная активность обнаружена у 178 (54,43%) изученных штаммов бластоцист, что

свидетельствует о выраженной способности *B.hominis* к персистенции. Установлено, что показатели антилизоцимной активности бластоцист выше у людей, проживающих в экологически неблагоприятном Кировском районе города.

Список литературы

1. Бухарин О.В. Персистенция патогенных бактерий. М., Медицина, 1999.
2. Baveye S., Ellass E., Mazurier J. et. al. Lactoferrin: a multifunctional glycoprotein involved in the modulation of the inflammatory process. Clin. Chem. Lab. Med. Biol. 1994, 357: 143-56.
3. Czircok E., Milch H., Nemeth K. et. al. In vitro and in vivo (LD50) effects lactoferrin on bacteria. Acta. Microbiol. Hung. 1990, 37 (1): 55-71.
4. Qiu., Hehdrixcon D. R., Baker E. N. et. al. Human milc lactoferrin inactivates two putative colonization factors expressed by Haemophilus influenzae. Microbiologi. 1998, 95 (10); 12641-12646.
5. Reinthaler F.F. et al. Blastocystis.hominis – intestinal parasit or commensal // Wien.Med.Wochenschr. – 1988. – V15. – P. 545-552.
6. Чайка Н.А. Бластоцистоз и СПИД /Н.А.Чайка // Медицинская паразитология. – 1992. - №4. – С.48-51.
7. Бондаренко В.М., Грачева Н.М., Мацулевич Т.В. Дисбактериозы кишечника у взрослых. М., КМК – 2003 г., 224 с.
8. Вальшева И.В., Вальшев А.В., Карташова О.Л. и др. Новый метод определения антилактоферриновой активности микроорганизмов. Журн. Микробиол.2003б 4: 64-67.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия (учебное пособие для биологических специальностей университетов). М., Высшая школа, 1990.
10. Герман Г.П., Лаврова Н.В., Шерер Л.А. Иммунохимическое определение лактоферрина человека. Журн. Микробиол.2003, 4: 64-67.

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

КОМПЛЕКС ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ПО ЭЙМЕРИОЗ И ПАСТЕРЕЛЛЕЗУ КРОЛИКОВ

Занина Анастасия Викторовна

аспирант кафедры микробиологии

Московская академия ветеринарной медицины и биотехнологии –

МВА им. К.И. Скрябина.

г. Москва

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.88](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.88)

THE COMPLEX OF THERAPEUTIC AND PREVENTIVE MEASURES IN DISADVANTAGED FARMS FOR EIMERIOSIS AND PASTEURELLOSIS OF RABBITS

Zanina Anastasia Victorovna

postgraduate student, department of microbiology

Moscow state Academy of veterinary medicine

and biotechnology – MBA K. I. Skryabin,

Moscow, Russian Federation

Аннотация

По данным Россельхознадзора: эймериоз у кроликов является одной из самых распространенных болезней. Эймериозом могут болеть как взрослые, так и молодые особи, но чаще молодняк до 4-5 месячного возраста, а гибель у них может достигать до 85-100%. Проанализировав данные о причине возникновения заболевания и посчитав экономический ущерб от выполняемого лечения, нами было решено создать комплекс профилактических мероприятий по эймериозу и пастереллезу кроликов, использовав 3 компонента: препарат «Кокцидолин», пробиотик «Олин» и вакцину «Оликрол».

Abstract

According to the Rosselkhoz nadzor: eimeriosis in rabbits is one of the most common diseases. Eimeriosis can hurt both adults and young individuals, but more often the young up to 4-5 months of age, and the death of them can reach up to 85-100%. After analyzing the data on the cause of the disease and counting the economic damage from the treatment, we decided to create a set of preventive measures for eimeriosis and pasteurellosis of rabbits, using 3 components: the drug "Coccidolin", probiotic "Olin" and vaccine "Olicrol".

Ключевые слова: эймериоз, пробиотик, кролики.

Key words: Eimeria, probiotics, rabbits

Как показывает практика, в последние годы заметно вырос интерес фермеров и крупных агрохолдингов к разведению кроликов. И связано это, прежде всего с тем, что всё большим спросом пользуется диетическое мясо. Не случайно эксперты прогнозируют 3-кратный рост спроса на крольчатину. Её цена достигает 450 рублей за килограмм, поэтому кролиководство как бизнес имеет хорошие перспективы. Промышленное кролиководство у нас в стране до недавнего времени было развито мало, однако ситуация меняется. Так, в Северо-Западном федеральном округе начато строительство 3-х крупных ферм с производственным циклом, способным производить больше 7 тыс. тонн мяса кролика в год.

Вместе с тем, ни для кого не секрет, что как и все сельскохозяйственные животные, кролики подвержены заболеваниям, особенно при нарушении условий разведения и содержания. Поэтому обязательным является четкое соблюдение правил ветеринарного обслуживания и плановой вакцинации. При этом одним из рисков при разведении кроликов является то, что проблема – желудочно-кишечные заболевания кроликов, вызываемых бактериями и кокцидиями до сих пор не нашла адекватного разрешения, несмотря на

большое разнообразие антибиотиков, энтеросорбентов, кокцидостатиков, представленных на рынке ветеринарных препаратов.

По данным Россельхознадзора: эймериоз у кроликов является одной из самых распространенных болезней. Эймериозом могут болеть как взрослые, так и молодые особи, но чаще молодняк до 4-5 месячного возраста, а гибель у них может достигать до 85-100%

Так как лечение крайне сложное и протекает в основном остро у крольчат, то становится актуальным решение проблемы на стадии профилактических мер в период беременности самки. Широкое использование в гуманной медицине и ветеринарии пробиотических препаратов на основе бацилл, для профилактики ЖК-болезней в качестве альтернативы антибиотикам, подтвердило их высокую эффективность и перспективность. Наиболее актуальными видами бацилл, в составе пробиотиков являются *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*. Поэтому, многие ученые в РФ и за рубежом работают над созданием лечебно-профилактических препаратов разностороннего

действия, применение которых способствовало бы освобождению организма от патогенных бактерий.

Проанализировав данные о причине возникновения заболевания и посчитав экономический ущерб от выполняемого лечения, нами решено было создать комплекс профилактических мероприятий по эймериозу и пастереллезу кроликов, используя 3 компонента: препарат «Кокцидолин», пробиотик «Олин» и вакцину «Оликрол».

Комплекс данных препаратов предназначен для беременных крольчих, дабы мясо кроликов, привезенное на рынок, не имело в себе никаких препаратов.

Кокцидолин это иммуномодулятор, действующие вещества препарата: субстанция Оликок (четвертичные аммониевые соединения с карбидом и являются поверхностно-активным веществом, комплекс фосфолипидов, и вода дистиллированная. Механизм действия заключается в высокой проникающей способности внутрь кокцидий, нарушении транспорта веществ ч/з оболочку кокцидий, подавление синтеза белков, разрушении ферментов паразита и лизисе оболочки кокцидий. Наиболее чувствительны к препарату неполовые стадии эндогенного цикла.

Олин - пробиотик-энтеросорбент для профилактики желудочно-кишечных болезней. Действующим началом ОЛИН являются запатентованные штаммы спорообразующих микроорганизмов *Bacilluslicheniformis* (ВКПМ В-10135) и *Bacillus subtilis* (ВКПМ В-10172) в соотношении 1:1.

А также вакцина «Оликрол» инактивированная вакцина против пастереллеза кроликов, которая находится на стадии доклинического и клинического исследования.

Исследования проводились в Московской ветеринарной академии имени К. И. Скрябина на кафедре микробиологии, а также в ООО «Агрохолдинг Семиречье»

Для изучения противопаразитарной активности Кокцидолина в отношении эймерий, из неблагополучного по эймериозу хозяйства на кафедру микробиологии были доставлены участки толстого отдела кишечника от 5 павших крольчат в возрасте 4 месяца с клиническими признаками эймериоза диарея, с прожилками крови).

После обнаружения эймерий в мазке отпечатке из толстого отдела кишечника, было решено провести исследование на противопаразитарную активность кокцидолина.

Из кишечного содержимого павших были выделены эймерии. В суспензию эймерий вносили разведенный физраствором Кокцидолина в соотношениях 1:1 к объему суспензии и выдерживали в термостате при температуре 37°C в течение 60 мин. Затем в 10 полях зрения микроскопа подсчитывали количество живых эймерий. В качестве контроля вместо Кокцидолина использовали водопроводную воду.

По полученным результатам, выявлено, что кокцидолин обладает противопаразитарной активностью.

Для изучения параметров острой кожной токсичности Кокцидолина были сформированы 2 опытные и 1 контрольная группы белых беспородных крыс-самцов массой 170-180 г. В каждой группе находилось по 6 особей.

Препарат разводили дистиллированной водой 1:1 и наносили однократно с помощью шприца без иглы в дозах 14850 и 9900 мг/кг, что соответствует 1,5 и 1,0 г препарата на 100 г массы животного. За сутки до нанесения препарата крысам выбривали шерсть в области спины размером 6х6 см. Животным контрольной группы Кокцидолин не наносили.

В течение 14 суток проводили наблюдение за общим состоянием и поведением животных, возможной гибелью, а также проявлением симптомов интоксикации. Контроль массы тела опытных животных и контрольной группы проводили в день постановки опыта (до нанесения препарата), а также на 1, 3, 7, 9 и 14 сутки.

В результате проведенного клинического осмотра крыс опытных групп признаков интоксикации не было выявлено

Также проводились исследования для определения ЛД50, с использованием белых беспородных крыс-самцов массой 170-235 г; По результатам выявлено, что Кокцидолин относится к 4 классу опасности (вещества малоопасные)

Для определения параметров острой пероральной токсичности Кокцидолина были сформированы 3 опытных и 1 контрольная группы белых беспородных мышей-самцов массой 18-22 г. В каждой группе находилось по 10 особей, всего в опыт было включено 40 мышей.

Дозы были ориентировочными и выбраны, исходя из предположения о низкой токсичности препарата биологического происхождения. Наивысшая доза - 1 мл была максимально возможной для перорального введения мышам.

По полученным данным, можно сделать вывод, что препарат относится к 4 классу опасности (малоопасные).

Раздражающее действие препарата оценивали в опыте по определению острого токсического действия при кожном нанесении. Первичную реакцию кожи оценивали сразу после нанесения препарата, далее через 15 минут; 30 минут; 1; 3; 24; 48 и 72 часа. Субхроническую токсичность Кокцидолина изучали на крысах-самцах массой 220-235 г. Были сформированы 2 опытные и 1 контрольная группы по 10 голов в каждой.

Препарат наносили ежедневно 2 раза в сутки в течение 45 дней на кожу в виде суспензии с помощью одноканального механического дозатора объемом дозирования 100-1000 мкл в дозах 0,5 и 0,75 мл на 100 г массы, что соответствовало ориентировочным дозам 5 и 7,5 мл/кг. Использование более высоких доз было нецелесообразно из-за стекания препарата и невозможности точного дозирования.

По истечению опыта, выполнена макроскопическая оценка внутренних органов. Массовые коэффициенты всех органов животных после последнего нанесения препарата статистически достоверно не отличались от показателей контрольной группы (формула подсчета $S = (m / M) \cdot 100$.)

Также выполнено исследование на применение комплекса препаратов на кроликах, обитающих в неблагополучном хозяйстве по эймериозу и пастереллезу. Сформировано 3 группы по 6 особей кроликов 4 месяцев, породы белы великан. Первая группа получала пробиотик Олин и препарат Кокцидолин, вторая группа - только пробиотик Олин, а третья группа – контрольная. По проведенным исследованиям, выявлена положительная динамика при применении комплекса препаратов Олин и кокцидолин.

В дальнейшем, работа кафедры направлена на изучение комплекса препаратов с добавлением инактивированной вакцины «Оликрол», доказательства отсутствия ее токсического действия на течение беременности у самок, и внедрение схем предупреждающих эймериоз и кокцидиоз в неблагополучные кролиководческие хозяйства

Список используемой литературы

1. Грязнева Т.Н. Лабораторная диагностика бактериальных кишечных инфекций животных /Грязнева Т.Н. // Методические рекомендации.- М.: «ПринтМедиаХофф». 2015 –108 с.
2. Ефремова Н.Н., Медведева О.А., Мухина А.Ю. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ПРЕПОДАВАНИИ МИКРОБИОЛОГИИ НА МЕЖДУНАРОДНОМ ФАКУЛЬТЕТЕ // Современные проблемы науки и образования. – 2018 – № 5.;
3. Инновационные технологии в преподавании морфологических дисциплин. Выпуск 1 – Уфа: Изд-во ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России, 2012 – 167 с.
4. Камышный, А. М. Некоторые аспекты преподавания микробиологии в Медицинском вузе / А. М. Камышный // Медицинское образование и профессиональное развитие – 2014 - № 4(18). – С. 69-74.
5. Темзокова, Н. М. Общая микробиология: методика и опыт / Н.М.Темзокова // Вестн. Адыгейского гос. ун-та. – 2005 - № 2 – С. 160-161.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ТЕРАПЕВТИЧЕСКОМ ОТДЕЛЕНИИ

Руина Ольга Владимировна

Кандидат медицинских наук,
ФГБОУ ВО «Приволжский Исследовательский Медицинский
Университет» МЗ РФ,
доцент кафедры общей и клинической фармакологии,
г. Нижний Новгород

Коньшикина Татьяна Михайловна

Кандидат медицинских наук
ФГБОУ ВО «Приволжский Исследовательский Медицинский
Университет» МЗ РФ,
доцент кафедры общей и клинической фармакологии,
г. Нижний Новгород

Борисов Владимир Иванович

Доктор медицинских наук,
ФГБОУ ВО «Приволжский Исследовательский Медицинский
Университет» МЗ РФ,
профессор кафедры общей и клинической фармакологии,
г. Нижний Новгород

Родин Егор Александрович

ФГБОУ ВО «Приволжский Исследовательский
Медицинский Университет» МЗ РФ,
студент,
г. Нижний Новгород

Липатов Дмитрий Кириллович

ФГБОУ ВО «Приволжский Исследовательский
Медицинский Университет» МЗ РФ,
студент,
г. Нижний Новгород

Гнучина Дарья Сергеевна

ФГБОУ ВО «Приволжский Исследовательский
Медицинский Университет» МЗ РФ,
студентка,
г. Нижний Новгород

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.87](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.87)

Ruina Olga

Candidate of medical sciences,
FGBOOU WAUGH "Volga Research Medical University"
of MZ Russian Federation,
associate professor of the general and clinical pharmacology,
Nizhny Novgorod

Konishkina Tatiana

Candidate of medical sciences,
FGBOOU WAUGH "Volga Research Medical University"
of MZ Russian Federation,
associate professor of the general and clinical pharmacology,
Nizhny Novgorod

Borisov Vladimir

Doctor of medical sciences,
FGBOOU WAUGH "Volga Research Medical University"
of MZ Russian Federation,
professor of the general and clinical pharmacology,
Nizhny Novgorod

Rodin Egor

FGBOOU WAUGH "Volga Research Medical University "
MZ Russian Federation,
student,
Nizhny Novgorod

Lipatov Dmitry
FGBOOU WAUGH "Volga Research Medical University"
MZ Russian Federation,
student,
Nizhny Novgorod
Gnuchina Darya
FGBOOU WAUGH "Volga Research Medical University"
MZ Russian Federation,
student,
Nizhny Novgorod

Аннотация

Цель. Провести анализ результатов микробиологических исследований в терапевтическом отделении. **Методы.** Проведен анализ результатов микробиологических исследований в терапевтическом отделении клиники за 2018 г., выполнено 84 исследования. **Результат.** Выявлено, что в отделении в основном преобладает грамположительная флора. Уровень продуцентов бета-лактамаз в отделении составил менее 30%. **Выводы.** Полученные закономерности целесообразно использовать при назначении стартовой антибиотикотерапии.

Abstract

Analyse the results of microbiological studies in the therapeutic department. **Methods.** The results of microbiological studies in the therapeutic department of the clinic for 2018 were analyzed, 84 studies were carried out. **Result.** It has been found that the department is mainly dominated by Gram-positive flora. The level of beta-lactamase producers in the department was less than 30%. **Conclusion.** The obtained patterns are suitable to be used in the administration of starting antibiotic therapy.

Ключевые слова: антибиотикорезистентность, терапевтическое отделение

Keywords: antibiotic resistance, therapeutic department

На сегодняшний день борьба с микробной резистентностью является одной из приоритетных государственных задач [3]. Особенно высок уровень резистентности госпитальных штаммов [2, с.18]. Риск выделения полирезистентных штаммов больше у пациентов, перенесших предшествующие курсы антимикробной терапии, госпитализацию, имеющих множественную сопутствующую патологию (например, хроническую сердечную недостаточность, сахарный диабет), у пациентов с иммунодефицитом, при тяжелом течении основного заболевания или наличии инвалидности. Микробный профиль различается в зависимости от стационара и отделения [1, с.69]. Поэтому актуальным является анализ микробиологического пейзажа на уровне терапевтического отделения многопрофильной клиники, в которое госпитализируются пациенты с хроническими заболеваниями.

Цель исследования: анализ данных микробиологического мониторинга в терапевтическом отделении.

Материалы и методы. Проведен анализ результатов микробиологических исследований в терапевтическом отделении многопрофильной клиники за 2018 г. Исследовались исключительно биосубстраты, полученные от пациентов. Идентификация возбудителей производилась диско-диффузионным методом на среде Мюллера – Хинтона. Обработка результатов произведена при помощи программы WHONET 5.4.

Терапевтическое отделение рассчитано на 15 коек, на них госпитализируются пациенты с ишемической болезнью сердца, гипертонической болезнью, фибрилляцией предсердий, сахарным диабетом первого и второго типов, инфекциями мочевыводящих путей, внебольничными пневмониями, хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта. Также отделение оказывает помощь пациентам с заболеваниями соединительной ткани: ревматоидным артритом, псориазом, болезнью Бехтерева.

Результаты и обсуждение. Всего за 2018 год выполнено 84 микробиологических исследования, в 46 (55%) случаях результаты оказались отрицательными, в 38 (45%) положительными. В качестве биосубстрата чаще всего выступали моча (в 50% случаев), рана (в 30% случаев, посев брался при наличии трофических язв конечностей при сахарном диабете), мокрота (в 20% случаев), кровь (в 8% случаев), зев (в 2% случаев). Выявлено, что в целом в отделении преобладает грамположительная флора (Таблица 1).

Преобладают эпидермальные стафилококки, не обладающие проблемным профилем резистентности. Среди золотистых стафилококков метициллинрезистентных штаммов не выявлено. В раневом отделяемом преобладает преимущественно стафилококковая флора, в моче – грамотрицательная флора (кишечная палочка, протей, клебсиелла), а также грибы. Уровень продуцентов бета-лактамаз расширенного спектра составляет 29,5%.

Таблица 1

ДАННЫЕ ПО ЧАСТОТЕ ВЫДЕЛЕНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ В ТЕРАПЕВТИЧЕСКОМ ОТДЕЛЕНИИ ЗА 2018 Г.

Микроорганизм	Частота выделения в процентах
Candida albicans	10,4
Enterococcus faecalis	15,7
Escherichia coli	25,8
Klebsiella spp.	5,4
Proteus mirabilis	3,2
Staphylococcus aureus	3,9
Staphylococcus epidermidis	33,6
Pseudomonas aeruginosa	2

При данном спектре резистентности назначение цефалоспоринов не является оправданным, необходима терапия карбапенемами [4, с.11]. В остальных случаях возможно назначение цефалоспоринов третьего поколения, защищенных пенициллинов, фторхинолонов (ципрофлоксацина, левофлоксацина), возможно назначение аминогликозидов. В мокроте выявлены стафилококки, в редких случаях - энтерококки, грибы. Таким образом, терапию инфекций верхних дыхательных путей целесообразно проводить цефалоспоринами, защищенными пенициллинами, респираторными фторхинолонами (левофлоксацином, моксифлоксацином). В моче и мокроте выявлены исключительно грибы Candida albicans, что предполагает чувствительность выделенных культур к флуконазолу. Таким образом, применение эхинокандинов и амфотерицина при грибковых инфекциях в терапевтическом отделении не оправдано.

Выводы. Анализ результатов микробиологического мониторинга в рамках конкретного отделения за конкретный временной промежуток позволяет сделать вывод о локальной частоте выделения патогенов и локальной микробной резистентности. Полученные данные

целесообразно использовать при назначении эмпирической антимикробной терапии в условиях данного отделения.

Литература:

1. Бабаев С. Ю. Руина О. В. Митрофанова Н. Н. Строганов А. Б. Сравнительный мониторинг антибиотикорезистентности микрофлоры многопрофильных стационаров в городах Пенза и Нижний Новгород. Медицинский альманах. 2016. № 3 (43), сентябрь, С.67-70.

2. Программа СКАТ (Стратегия Контроля Антимикробной Терапии) при оказании стационарной медицинской помощи. Российские клинические рекомендации. М., 2017. 132 с.

3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.09.2017 № 2045-р «Стратегия предупреждения распространения антимикробной резистентности в Российской Федерации на период до 2030 года».

4. Стратегия и тактика применения антимикробных средств в лечебных учреждениях России: Российские национальные рекомендации. Под ред. Гельфанда Б.Р., Яковлева С.В. Савельева В.С. М. Компания «БОРГЕС». 2012. 92 с.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

ПРОБЛЕМЫ ПРИ ПРОГНОЗЕ КИМБЕРЛИТОВОГО МАГМАТИЗМА И НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Серокуров Юрий Николаевич

*доктор геолого-минералогических наук,
ООО «Институт дистанционного прогноза руд»,
г. Москва*

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.85

PROBLEMS IN PREDICTION OF KIMBERLITE MAGMATISM AND SOME WAYS OF THEIR SOLUTION

Serokurov Yu. N.

*Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,
LLC "Institute of remote ore prognosis",
Moscow*

Аннотация

Рассмотрены причины снижения эффективности поисков алмазов, обусловленные как объективными факторами, так и нерешённостью ряда теоретических вопросов кимберлитового и алмазообразования, формах миграции и эволюции этих пород в земной коре, обоснования границ таксонов кимберлитового магматизма. Это осложняет формирование их прогнозно-поисковых моделей и порождает множественную интерпретацию фактических данных. Предлагается в качестве одного из путей выхода из кризиса шире использовать материалы дистанционных съёмок, которые имеются для любого участка планеты и позволяют формировать прогнозно-поисковые модели для оценки перспектив территорий мира с отличными ландшафтными характеристиками.

Abstract

The reasons for the decrease in the efficiency of diamond prospecting caused by both objective factors and the unresolved number of theoretical issues of kimberlite and diamond formation, forms of migration and evolution of these rocks in the earth's crust, substantiation of the boundaries of kimberlite magmatism taxa are considered. This complicates the formation of their predictive-search models and generates a multiple interpretation of the actual data. It is proposed as one of the ways out of the crisis to use the materials of remote surveys, which are available for any part of the planet and allow to form predictive and search models to assess the prospects of the world's territories with excellent landscape characteristics

Ключевые слова: дистанционный прогноз; кимберлиты; магматизм; космические снимки.

Keywords: remote forecast; kimberlites; magmatism, space, images

В последние десятилетия остро стоит вопрос о снижении эффективности алмазопроисловых работ. Это объясняют их смещением в сложные или закрытые в геологическом плане территории, где информативность традиционного поискового комплекса, опирающегося на минералогические и геофизические методы, ориентированные на открытие кимберлитовых тел небольших размеров снижается.

Снижение эффективности шлихоминералогического метода в чехлах платформ связывают с тем, что выявляемые с его помощью погребённые ореолы минералов-спутников алмазов редко являются прямыми признаками кимберлитов из-за их формирования на конструктивной стадии развития регионов в прибрежно-морских обстановках, подверженных размывам в посткимберлитовый период развития территорий (Горев, 2014). Информативность магнитометрического метода падает при экранирующем влиянии перекрывающих терригенных комплексов с множеством объектов-помех и в полях развития траппов. Кроме того, значительное количество вновь открытых

кимберлитовых тел оказалось немагнитными. В качестве других причин низкой эффективности прогнозных и поисковых работ на алмазы следует рассмотреть и неоднозначные представления о процессах кимберлитового и алмазообразования, а также формах миграции и эволюции этих пород в земной коре.

Классические представления о происхождении эндогенных алмазов связаны с полиморфной трансформацией углерода на мантийных глубинах, что базируется на результатах термобарических декрипитационных исследований естественных алмазов и экспериментального их получения. Для доставки их к поверхности планеты рассматривают транзитную кимберлитовую магму, которая «пронизывала земную кору со скоростью курьерского поезда». Но критика этих представлений нарастает в связи с появлением данных о том, что алмазы могут образовываться не только при температуре 1200 – 1400° С и давлении 40 - 50 кбар на глубинах 150–200 км, но и в других условиях, в том числе и в коровых очагах (Антипин и др., 2018; Мальков, 1978; Трофимов, 1980; Карпов и др. 1998; Чекалюк, 1967; Сорохтин и др., 2002).

Множатся и гипотезы кимберлитообразования, среди которых фигурируют гидротермальные, метасоматические, космические, автокластические, флюидоэксплозивные, магматические. Столь широкий их круг свидетельствует о слабой информированности специалистов в отношении процессов, происходящих в коре и мантии.

Не менее многообразны и взгляды на процессы внедрения кимберлитов, где рассматривают модели газозрывную, интрузивную, магматического обрушения и диапирного всплывания. Все имеют достоинства и недостатки, но главное - в отсутствии надёжных доказательств. Следствием этого является отсутствие обоснования границ таких таксонов кимберлитового магматизма как «район», «поле» и «куст», что осложняет формирование их прогнозно-поисковых моделей на основе традиционных геолого-геофизических данных.

Очевиден кризис и в вопросах структурного контроля кимберлитового магматизма, где неоспорим лишь факт его приуроченности к древним платформам. Но в их пределах кимберлиты обнаружены в блоках с отличной историей развития (кратонах, тектонах, подвижных поясах) и, в связи с этим, логично предположить, что они не являются продуктом эволюции платформенных областей. То есть, кимберлитовый магматизм является наложенным процессом, которому комфортно развиваться в периоды разновозрастных временных всплесков, количество которых на разных платформах мира различно.

С точки зрения алмазопродуктивности предпочтению в пределах платформ традиционно отдают стабильным блокам с глубоким залеганием (более 150 км) или отсутствием (выклиниванием) астеносферного слоя, мощной (более 40 км) кристаллической корой и некоторым другим особенностям. В качестве более локальных критериев рассматривают участки разуплотнения, размагничения, повышенной проводимости и сейсмической гетерогенности кристаллической коры, обусловленные метасоматической её проработкой над очагами активизации. Но геофизические съёмки, необходимые для получения этой информации, на многих континентах отсутствуют.

Есть вопросы и к утверждениям о контроле кимберлитового магматизма глубинными разломами разного масштаба, структурами типа грабенов, авлакогенов и другими формами рельефа фундамента и платформенного чехла. Также неубедительно разделение этих структур на рудоконтролирующие и рудовмещающие, особенно в свете того, что алмазы встречаются лишь в 5 – 10 % найденных кимберлитовых тел. Слабая выраженность и безамплитудность глубинных разломов на большинстве уже изученных алмазоносных площадей спровоцировала даже появление в литературе термина «скрытый» разлом (зона разломов), которыми часто соединяют известные районы.

Детальные структурные исследования связи кимберлитовых тел с разломами в Якутии показали, что для каждого таксона при прогнозировании и поисках необходимо применять собственные тектонические модели, а достоверность информации о связи кимберлитов с определёнными тектоническими элементами *«оставляет желать лучшего, поскольку генетически она, за редким исключением, не доказана, а эмпирически – статистически не представительна»* [4].

Разработки новых методов решения прогнозно-поисковых проблем в алмазной геологии ведутся постоянно, но ощутимых успехов пока не принесли. Связано это, прежде всего, с отсутствием до сих пор чётко сформулированных понятий таксономического деления кимберлитового магматизма. Все традиционные формулировки сводятся к *«сообществам пространственно сближенных кимберлитовых тел»*, что очевидно лишает возможности оконтуривать искомые таксоны как объекты, имеющие единые геологические или геофизические признаки. Следствием такого положения является огромное количество предлагаемых геологами критериев прогноза разного ранга, информативность которых, как показала практика, крайне низка. В результате существует много ненадёжных прогнозных построений или их отсутствие, заменяемое словесными характеристиками о большей или меньшей перспективности той или иной территории.

Справедливо мнение И.И. и И.Ив. Антипиных [1], которые отметили, что *«продолжение прогнозирования на ложных представлениях и последующие поиски по их результатам не приведут к повышению результативности и эффективности алмазопроисковых работ. Нужны совершенно иные подходы, основой которых должны служить геолого-генетические модели, основанные на признаках на всем уровне кимберлитовой колонны от очага до поверхности. Задача может решаться только на стыке геологии, геофизики, геодинамики, геохимии, химии, физики»*.

Одним из направлений разработки новых критериев, базирующихся на выявлении источников, путей транспортировки и уровней трансформации энергии алмазообразования является анализ дистанционных съёмок планеты, которые фиксируют конечный результат совокупности геологических процессов становления и преобразования земной коры к настоящему времени. Современная поверхностная инфраструктура земной коры отражает распределение дискретных и площадных аномалий ландшафтов, которое обусловлено разноглубинными процессами активизации верхней мантии и земной коры. Уникальность этих материалов заключается в возможности использовать их в любом участке планеты и выявлять глубинные факторы структурного

контроля искоемых рудных таксонов на ранних стадиях работ; оценивать иерархическую соподчинённость этих структурных элементов; формировать из совокупности благоприятных факторов прогнозные модели, с помощью которых последовательно локализовать перспективные участки на базе материалов всё повышающейся детальности.

Программы прогноза и поисков алмазов включают обычно несколько стадий, в рамках

которых материалы космического зондирования Земли играют различную роль [6]. Наиболее эффективно их применение на первых этапах работ, когда расшифровывается тектоническое строение крупных регионов и уточняется взаимоотношение глубинных структур. На следующих этапах они выполняют вспомогательную роль в комплексе с другими методами.

Таблица 1

СФЕРЫ ПРИЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ПРОГНОЗЕ И ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ В СВЯЗИ С КИМБЕРЛИТАМИ

Ранг прогнозируемых таксонов	Этапы изучения и масштаб	Площадь	Материалы дистанционного зондирования	Традиционные материалы
Провинции, субпровинции, зоны	Структурное дешифрирование масштаба от 1:10 000 000 до 1:2 500 000	Млн. кв. км	Фототоланы из снимков «Метеор», NOAA, MODIS, цифровой рельеф ГТОРОЗО	Тектонические и геологические карты континентов, результаты космических измерений поля силы тяжести в редукции Фая
Районы	Структурное дешифрирование масштаба 1:1 000 000	Десятки тыс. кв. км	Фотопланы из снимков «Ресурс-Ф», «Landsat», цифровой рельеф STRM	Геологические и структурные карты, результаты гравимагнитных съёмки среднего разрешения
Поля	Структурное дешифрирование масштаба от 500 000 до 200 000	Тысячи – сотни кв. км	Сцены съёмки «Ресурс», МСУ-Э, МК – 4, ТК – 350, «Landsat». «SPOT» LISS, цифровой рельеф STRM	Аэромагнитная и гравиметровая съёмки, электроразведка, геологическая и геохимическая съёмка, структурное бурение
Кусты	Структурное и площадное дешифрирование масштаба от 100 000 до 10 000	Десятки кв. км	Интегральные КФС с разрешением от 10 до 1 м. Высотные АФС	Детальные магнитные аэросъёмки, наземные минералогические и геохимические съёмки, поисковое бурение.

Используемые нами технологии не предусматривают выделения конкретных геологических тел или объектов, что исключает применение сложных индикационных схем. Первичная обработка космических изображений заключается в выделение из исходного спектрального поля различных дискретных, тоновых и цветовых аномалий, которые затем анализируются в отношении их организационной взаимообусловленности и на этой основе выделяются признаки структур, контролирующих кимберлитовые таксоны искомого ранга.

Наиболее эффективно по материалам дистанционного зондирования выделяются структурные критерии, обусловленные очаговыми процессами в мантии и земной коре. Они и обеспечивают доставку магм и флюидов из верхней мантии к поверхности планеты и составляют основу дистанционных прогнозно-поисковых моделей разных рангов, с помощью которых выделяются перспективные участки для локализации «районов», «полей» и «кустов» кимберлитового магматизма.

Важное значение должно уделяться планомерному изучению и постоянному сравнительному анализу статистически значимого количества эталонов по вновь появляющимся материалам, что позволяет обоснованно говорить об устойчивости выявляемых критериев. Они должны представлять собой выдержанные и устойчивые элементы, которые можно перенести с эталонов на вновь оцениваемые территории независимо от развитых там ландшафтов.

Дистанционные материалы глобального уровня генерализации позволяют визуализировать следы активизаций планетарного и континентального ранга, а также намечать места подкоровой очаговой активизации на площадях в миллионы квадратных километров. Материалы среднего разрешения используются для уточнения их позиции и выделения следов менее глубинных очаговых процессов на площадях размером от 40 до 100 тыс. кв. км. Материалы высокого разрешения анализируются в комплексе с геофизическими съёмками на участках в сотни и десятки квадратных километров над средне- и верхнекоровыми очагами

активизации для оконтуривания площадей для поисков «полей» и «кустов» кимберлитового магматизма.

По результатам изучения ряда алмазоносных площадей мира в 2001 году была выдвинута гипотеза о приоритетном участии в их контроле очаговых активизационных процессов разной глубинности [5]. Комплексное (с использованием геолого-геофизической информации) обобщение полученных данных, а также возможность обрабатывать изображения с помощью специальных программ на компьютерах, позволило визуализировать и обосновать образы структур, контролируемых кимберлитовыми «районами», «полями» и «кустами» на современной поверхности. В нашем понимании – это участки земной коры над мантийными диапирами и внутрикоровыми очагами активизации, где реализованы условия, необходимые для миграции глубинных веществ к поверхности вне зависимости от того, являются ли они транспортёром алмазов с глубин или средой их роста в процессе эволюции. И в том, и в другом случае структурные признаки таксонов едины – это радиально-кольцевые системы, возникающие вследствие взрывного воздействия глубинной энергии на хрупкую вмещающую среду. Отличия лишь в размерах и степени проявленности этих структур в современных ландшафтах.

Последующее стремительное развитие космических съёмочных систем и методов обработки всё возрастающего потока информации с помощью компьютеров и разнообразных программ потребовало привлечения специалистов, способных их обслуживать, формировать электронные банки данных, преобразовывать первичные данные, извлекать из них искомые сигналы, сопоставлять данные и формировать итоговые схемы. То есть, совместный труд геологов, геофизиков, геоморфологов, программистов, обеспеченных быстро эволюционирующей технической базой, стал необходимостью, а прогнозно-поисковые модели для таксонов разного ранга – реальностью.

Проверка гипотезы осуществлялась в процессе изучения таких крупных регионов мира как Западная Якутия, северо-запад Восточно-Европейской платформы, северо-запад Канады, Южная и Западная Африка, северо-западная Австралия, Бразилия. Эффективность применяемой технологии была доказана тем, что во всех регионах все известные площади развития кимберлитов оказались в пределах аномалий совпадения благоприятных признаков по моделям ранга «район» кимберлитового магматизма. Были выделены и новые перспективные участки для поисков кимберлитов.

На ряде локальных площадей (Зимнебережная, Ондомозёрская, Усть-Понойская, Куусамо-Костомукшская, Малоботубинская, Далдыно-Алакитская, Среднемархинская, Хомпу-Майская, Ханкайская в России, Лесная Гвинея, Каколо, Сауримо-Лукапа, Ритфонтейн, Лесото в Африке) были проведены более детальные работы

с использованием материалов среднего и высокого разрешения, позволившие оконтурить известные «поля» и «кусты» кимберлитового магматизма, а также выделить участки, благоприятные для поисков новых. На ряде площадей оценочные наземные работы подтвердили присутствие кимберлитов, а для других установлено, что их перспективы исчерпаны, что и подтвердили прошедшие годы. Подробная информация о выполненных исследованиях приведена в монографиях «Космические методы при прогнозе и поисках месторождений алмазов» [5] и «Дистанционный прогноз кимберлитового магматизма» [7].

Оценивая современное состояние дистанционного прогноза алмазов в мире можно отметить следующее:

1. В большинстве развитых стран функционируют десятки специализированных спутников Земли и идёт быстрое наращивание динамично развивающихся программ изучения природных ресурсов на основе получаемым материалов всё улучшающегося качества. Российская космическая геология развивается крайне низкими темпами, что обусловлено слабой востребованностью получаемых ею результатов государством и горнорудными компаниями из-за отсутствия долговременной политики воспроизводства минерально-сырьевых ресурсов, которые являются основой развития нашей страны (6).

2. Разработка научно обоснованных критериев прогнозной оценки алмазоносности регионов с целью выделения перспективных площадей требует планомерного изучения и постоянного сравнительного анализа статистически значимого количества эталонов. Лишь в этом случае доказывается устойчивость выявляемых критериев, которые можно переносить из известных алмазоносных районов на вновь оцениваемые территории.

3. Перспективы направления – в создании специализированных центров при геологических ВУЗах страны, финансировать которые должно государство, как гарант разумного освоения недр своей страны, и горнорудные компании, как потребители результатов исследований.

Задачи, которые необходимо постоянно решать в алмазной геологии, следующие:

- совершенствовать визуальные и компьютерные технологии анализа материалов дистанционного зондирования различного масштаба и вида при региональном и локальном изучении алмазоносных территорий;

- создавать банки космической информации в цифровой и аналоговой форме для основных алмазоносных районов мира;

- оценивать информативность новых видов дистанционного зондирования в различных спектральных, радиоволновом и тепловом диапазонах на эталонах и совершенствовать на этой основе методы и технологии их использования в практических целях.

Литература:

1. Антипин И. Ин., Антипин И.И. Основные проблемы алмазопоисковой геологии. - Материалы V Всероссийской научно-практической конференции – НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО) – Мирный, 2018. – 416 с
2. Герасимчук А.В., Горев Н.И. Проблемы прогнозирования погребённых месторождений алмазов на Сибирской платформе, НИГП АК «АЛРОСА» (ОАО), Мирный, 2017
3. Горев Н.И. Тектонические исследования при прогнозировании коренных источников алмазов // Сб. Геология алмазов – настоящее и будущее. Воронеж, 2005. С. 1175-1202.
4. Проценко Е.В., Горев Н. И. Тектонические особенности размещения кимберлитовых тел и их использование при прогнозировании (на примере кимберлитовых полей Западной Якутии, Руды и металлы, №.4, 2017, с. 62-69
5. Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д., Зуев В.М. Космические методы при прогнозе и поисках месторождений алмазов – Недра, 2001. – 198 с.
6. Серокуров Ю.Н. Структурно-энергетические признаки локализации кимберлитового магматизма на древних платформах// Руды и металлы - 2011, № 6, с.28-35
7. Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д., Зуев В.М. Дистанционный прогноз кимберлитового магматизма – Триумф, 2017. – 312

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 636.22.082

СВЯЗЬ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ С ОТДЕЛЬНЫМИ ФАКТОРАМИ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ КОРОВ

Алигазиева Патимат Абдулаевна,
доктор с.-х. наук, зав. кафедрой
Кебедова Патимат Абдулкаримовна,
кандидат с.-х. наук, доцент кафедры
Дабузова Гуля Саламовна,
candidate agricultural Sciences,
Associate Professor
Гаджиева Умуржан Абдулаевна,
студент
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет
имени М.М. Джамбулатова»,
Махачкала, Россия

RELATIONSHIP OF DAIRY PRODUCTIVITY WITH SEPARATE FACTORS AND REPRODUCING ABILITY OF COWS

Aligazieva Patimat Abdulaevna,
doctor s.-kh.sciences, head. chair
Kebedova Patimat Abdulkarimovna,
candidate agricultural Sciences, Associate Professor
Gadzhieva Umurzhan Abdulaevna,
student
Bagautdinova Nusaypat Gadzhievna,
student
FSBEI of HE "Dagestan State Agricultural University
Named after M.M. Dzhambulatova",
Makhachkala, Russia

Аннотация

Изучены молочная продуктивность и воспроизводительная способность коров горского скота в условиях горной зоны республики. Многими исследователями установлено, что обильномолочность коров является признаком, зависящим от наследственных и ненаследственных факторов. С этой точки зрения анализ влияния отдельных факторов на молочную продуктивность горского скота представляет несомненный интерес. Необходимо изучение изменения молочной продуктивности в связи с возрастом коров, течением лактации, сезоном отела, длительностью сервис – периода и сухостоя. Известно, что продуктивность коров с возрастом повышается до определенного предела, после которого начинает постепенно падать. У различных пород, даже у отдельных коров, существует свой возраст максимального раздоя, что до некоторой степени определяет скороспелость животных. Воспроизводительная способность и плодовитость молочного скота являются теми свойствами, от которых, прежде всего зависит рентабельность молочных хозяйств [1,5,7,9].

Abstract

The reproductive ability and milk productivity of highland cattle in the mountains of the republic were studied. Many researchers have found that high milk production of cows is a sign that depends on hereditary and non-hereditary factors. It is necessary to study changes in milk productivity in connection with the age of cows, the course of lactation, the calving season, the duration of the service period and dead wood. It is known that the productivity of cows increases with age to a certain limit, after which it begins to gradually decline. Different breeds, even individual cows, have their own age of maximum milking, which to some extent determines the precocity of animals. Reproductive ability and fertility of dairy cattle are those properties on which the profitability of dairy farms primarily depends [1,5,7,9].

Ключевые слова: Горский скот, молочная продуктивность, удой, коровы, воспроизводительная способность.

Key words: Mountain cattle, milk productivity, milk yield, cows, reproductive ability.

Цель и задачи исследований. Изучение продуктивность горского скота и изучение отдельных факторов, влияющих на молочную воспроизводительной способности коров.

Материал и методика исследований.

Определение влияния йодистого калия на молочную продуктивность и воспроизводительную способность коров проводили на двух группах коров, по 10 голов в каждой, подобранных по принципу аналогов с учетом возраста, лактации, живой массы, даты последнего отела,

продуктивности и воспроизводительной способности.

Результаты исследований. Горский скот является позднеспелым и в связи с этим нам представлялось выяснить, в каком возрасте горская корова достигает максимального годового удоя, то есть изменения продуктивности.

Таблица 1

ИЗМЕНЕНИЯ УДОЯ С ВОЗРАСТОМ У ГОРСКИХ КОРОВ

Возраст в отелах	Группа, n= 10		Жирность, %
	Контрольная	Опытная	
1-й	156	170	3,85
2-й	160	188	3,85
3-й	170	202	3,85
4-й	176	215	3,8
5-й	180	225	3,7
6-й	155	200	3,7
7-й	150	100	3,8
8-й	146	173	3,85
9-й	133	125	3,35
10-й	119	102	3,85
Итого	1543	1800	3,8

Общепризнано, что течение лактации у многих пород подчиненно определенной закономерности. В первые 2 месяца кривая удоя резко поднимается и остается 2-3 месяца почти стабильной, начиная с 4 – 5 месяца постепенно падает до 7-8 месяца, после чего под влиянием стельности (со второй половины) наступает резкое падение кривой. Такая закономерность зависит не только от условий кормления, но и является наследственной особенностью, присущей данной породе, группе и даже отдельным животным, что особенно важно иметь в виду при племенной работе.

Анализ таблицы 1 показывает, что среднемесячные удои у коров опытной группы намного выше, чем у коров контрольной группы.

Весьма важным фактором, имеющим большое хозяйственное значение, является сезон отела. При равномерных по месяцам года отелах возможно более правильно организовывать процесс животноводства: максимально использовать производителей, рационально распределять запасы кормов, успешно выращивать молодняк, улучшить обслуживание скота, что, в свою очередь,

обеспечит равномерное поступление молока во все сезоны года. Одним из важных факторов, определяющих длительность лактации и молочную продуктивность коров, служит величина сервис – периода. Если он длителен уменьшаются удои, нарушается половая деятельность коров. Короткий сервис – период не дает возможности организму полностью восстанавливать свои силы, что также отражается на удоях. Развивающийся плод требует все больше питательных веществ, тормозя во втором периоде стельности деятельность молочных желез и вызывая резкое падение с 5-6 месяца стельности. В этом случае сокращается лактационный период и, следовательно, снижается общий удой за лактацию. Таким образом, слишком удлиненный или слишком короткий сервис – период отрицательно сказывается на молочной продуктивности коров [2,6,8].

Ряд исследователей считает оптимальную продолжительность сервис – периода 60- 89 дней. Не лишено интереса установление продолжительности сервис – периода у горских коров.

Таблица 2

СРЕДНЯЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СЕРВИС – ПЕРИОДА У ГОРСКИХ КОРОВ, n = 20

Группа	Средняя продолжительность сервис – периода, дни	Колебания
Контрольная	89	22-167
Опытная	80	20-151

Если судить по средним показателям, то у коров обеих групп продолжительность сервис – периода в общем невелика. Однако слишком велики колебания между наименьшими и наибольшими величинами этого периода - от 20 – 22 до 151 – 167 дней, что можно считать довольно отрицательным явлением, вызываемым, главным образом, неблагоприятными условиями кормления и содержания. Воспроизводительная способность коров характеризуется такими показателями, как

оплодотворяемость при первом осеменении (после отела), число осеменений на одно оплодотворение, продолжительность сервис – периода и межотельного периода, количество телят, получаемых в течение всей жизни.

По итогам их анализа можно утверждать, что в обеих группах отмечаются достаточно высокие показатели. Ожидаемый межотельный период колеблется в пределах 321 - 328 дней, что меньше продолжительности календарного года. Такая

продолжительность межотельного периода исключает какие – либо возможности появления яловости коров в стаде.

Имеющиеся незначительные различия, как показывает биометрическая обработка, несущественны. Так, от первого осеменения в обеих группах было оплодотворено по 3 головы, от второго осеменения в контрольной группе 4 головы, опытной – 3, а от третьего осеменения в контрольной – 1 голова, опытной – 2 головы.

В практике молочного скотоводства для более полной характеристики плодovitости коров часто используется коэффициент воспроизводительной способности (Квс), который определяется по формуле:

$$Квс = \frac{365 \text{ дней}}{МОП},$$

МОП – межотельный период, дни; 365 – дней в году.

Пользуясь этой формулой, был определен коэффициент воспроизводительной способности коров в обеих группах. В опытной группе он равен

1,11, контрольной – 1,14. Использование йодистой добавки в рационах дойных коров в первые 90 дней лактации не оказывает отрицательного влияния на их воспроизводительную способность.

Микроэлементы в организме животных выполняют функцию кофакторов и активаторов ряда ферментов, а также стабилизаторов вторичной структуры молекулы и служат биокатализаторами при ферментативных реакциях в организме. Дефицит микроэлементов может привести к ферментативной дисфункции и, как результат этого, к нарушению процессов обмена веществ и воспроизводства животных. При этом всасывание, обмен и депонирование микроэлементов зависят от уровня сбалансированности рациона по каждому из них и содержания в рационе белков, жиров, углеводов и витаминов [1,3,4].

Данные, характеризующие воспроизводительную способность коров контрольной и опытной групп, приводятся в таблице 3.

Таблица 3

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ КОРОВ

П/№	Лактация по счёту	Дата отела	Число осеменений			Коэффициент оплодотворяемости	Дата плодотворного осеменения	Продолжительность сервис - периода	Ожидаемая продолжительность межотельного периода
			I	II	III				
Контрольная группа									
1	III	6.07.		+		2,0	15.09.	80	345
2	II	1.08.	+			1,0	29.08.	88	303
3	II	10.08		+	+	3,0	1.10.	90	325
4	II	9.08.				2,0	25.08	88	323
5	II	29.07.	+			1,0	24.09.	89	302
6	III	13.05.		+		2,0	7.09.	85	328
7	III	8.07.		+		2,0	5.09.	90	334
8	III	14.08.	+			1,0	15.09.	98	306
9	III	29.07.			+	1,0	24.09.	97	302
10	II	13.05.		+		2,0	7.09.	85	328
Среднее						1,75		89	320,75
Опытная группа									
1	III	5.08.	+			1,0	10.09.	80	310
2	III	17.08.		+		2,0	10.09.	82	338
3	II	28.07.	+			1,0	26.08.	79	303
4	II	30.07.		+		2,0	24.09.	78	329
5	III	22.07.			+	3,0	18.10.	81	351
6	II	25.07.	+			1,0	24.08.	84	305
7	III	1.08.			+	3,0	22.10.	80	353
8	III	14.08.		+		2,0	12.10.	82	331
9	II	17.09		+		1,0	9,09	79	332
10	III	20.08	+			2,0	12.09	75	335
Среднее						1,88		80	327,5

По данным таблицы 3 время прихода в охоту в опытной группе меньше на 2 дня, чем в контрольной группе, длительность сервис –

периода на 9 дней в опытной группе, индекс осеменения на 0,17, а время отеления последа на 1 час, что имеет важное значение.

Можно добавить, что влияние йода на воспроизводство у животных определяется в большей степени его участием в регуляции функции щитовидной железы, а нарушение течки, снижение оплодотворяемости, увеличение числа абортос и снижение жизнеспособного потомства является следствием вторичного проявления тиреоидной дисфункции.

Потребность коров в йоде зависит и от содержания в кормах гетерогенных веществ, которые ингибируют усвояемость йода в пищеварительном тракте и создают дефицит этого элемента в организме, несмотря на достаточное содержание его в рационе.

Вывод. Введение в летний период в рацион дойных коров йодистого калия способствовало увеличению молочной продуктивности за последующие 2 месяца лактации на 8,45% в сравнении с контролем, рождению телят с большей живой массой (17,6 кг против 19,1 кг в опыте). Время прихода в охоту после отела сократилось на 2 дня, длительность сервис - периода уменьшилась на 9 дней, индекс осеменения – на 0,17 [2,8].

Список литературы

1. Алигазиева, П.А. Справочник фермера / П.А. Алигазиева, М.Ш. Магомедов: Книга: - Махачкала, Издательство «Наука ДНЦ», 2013. – 473 с.
2. Алигазиева, П.А. Эффективность йодистой добавки в летний рацион сухостойных коров / Проблемы развития АПК региона.- Махачкала, 2016. -№ 4 (28). - С. 74-67.
3. Алигазиева, П.А. Минеральная подкормка скота на горных пастбищах увеличивает продуктивность / Алигазиева П.А., Садыков М.М., Магомедов М.Ш.// Известия Горского ГАУ, 2019.- Том 56, часть 1.- С. 102-106.
4. Джамбулатов, З.М. Минеральное питание скота на комплексах и фермах /З.М. Джамбулатов, М.Ш. Магомедов //Монография: Типография «Наука-Дагестан», изд. втор., доп., 2013.– 195 с.
5. Ибрагимов Р.Э. Горский скот Дагестана - ценный генофонд /Р.Э. Ибрагимов, Р.М. Чавтараев, А.П. Джалалов //Зоотехния, 2009.- № 3.- С. 105-109.
6. Кебедов Х.М. Оценка быков по воспроизводительным качествам и развитию приплода /Кебедов Х.М., Залибеков Д.Г. // Сборник республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития животноводства Республики Дагестан»- Махачкала: ФАНЦ РД имени Ф.Г.Кисриева, 2016. – С. 182-185
7. Магомедов, М.Ш. Использование йодистого калия в рационе дойных коров / Магомедов М.Ш., Абдулаева Ш.М.: материалы Национальной научно-практической конференции «Современные научно – практические решения развития АПК» /Сборник научных трудов.- Махачкала, 2018.-С.34-38.
8. Магомедов, М.Ш. Эффективность магнийкальциевого фосфата в кормлении коров / М.Ш. Магомедов, П.А. Алигазиева: материалы Международной научно- практической конференции, посвященной 80-летию факультета биотехнологии Дагестанского ГАУ «Научный фактор интенсификации и повышения конкурентноспособности отраслей АПК».- Махачкала, 2017.- С. 53-59.
9. Симонов, Г.А. Кормление крупного рогатого скота полнорационной смесью эффективнее /Г.А. Симонов, М.Ш. Магомедов, П.А. Алигазиева //Комбикорма, 2013. –№ 10. –С. 63–64.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

VOLUME ACCOUNTING OF WATER LEAKAGE INJECTED INTO THE STRIPE LIKE VISCOUS-PLASTIC OIL RESERVOIR IN PERIMETER AND MARGINAL ARTIFICIAL FLOODING

Novruzova S. G.

Candidate of Engineering Sciences,

Associate Professor

at the Department of Oil and Gas Engineering in

Azerbaijan State Oil and Industry University,

Baku, Azerbaijan.

Aliyev I.N.

Assistant

at the Department of Oil and Gas Engineering in

Azerbaijan State Oil and Industry University,

Baku, Azerbaijan.

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.84](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.84)

РАСЧЕТ ОБЪЕМА УТЕЧЕК ВОДЫ ЗАКАЧИВАЕМОЙ В ПЛАСТ ВЯЗКО-ПЛАСТИЧНОЙ НЕФТИ ПРИ ЗАКОНТУРНОМ И ПРИКОНТУРНОМ ЗАВОДНЕНИЯХ

Новрузова С.Г.

Доктор философии по технике,

Азербайджанский Государственный Университет

Нефти и Промышленности,

кафедра "Нефтегазовая инженерия"

г.Баку, Азербайджан.

Алиев И. Н.

Азербайджанский Государственный Университет

Нефти и Промышленности,

кафедра "Нефтегазовая инженерия"

г.Баку, Азербайджан.

Abstract

In the article problems of development of striplike deposit of viscous-elastic oil have been considered.

In the considered deposit a row of injection water wells and a row of exploitation oil wells operate. In order to support layer pressure in the deposit the method of perimeter or marginal flooding is used. For assessment leakage of the water pumped into the layer of oil deposit of water-bearing zone hydrodynamic task has been solved and formulae for of a number of water injection wells have been derived. For determination of daily water consumption of a number of injection wells passing into the water bearing deposit zone, debit of a number of exploitation wells is subtracted from daily productivity of a number of injection wells.

In order to increase oil recovery of the given deposit it is recommended to carry out the following procedures:

- 1) it is necessary to carry out thermal processing of bore-hole zone of exploitation oil wells;
- 2) to pump dirty effluents produced in the oil field from the wells located in water-bearing deposit zone behind a number of water injection wells into the layer to form the field with high hydraulic resistance contaminating the layer in that zone.

Аннотация

В статье рассматривались задачи разработки полосообразной залежи вязко-пластичной нефти. В залежи работают один ряд нагнетательных водяных скважин и один ряд эксплуатационных нефтяных скважин. С целью поддержания пластового давления в залежи применяется метод законтурного или приконтурного заводнения. Для оценки утечки воды, закачиваемой в пласт в водоносную зону нефтяной залежи, решена гидродинамическая задача и выведены формулы для расчета суточной производительности ряда нагнетательных водяных скважин. Для определения суточного расхода воды ряда нагнетательных скважин, уходящей в водоносную зону залежи, из суточной производительности ряда нагнетательных скважин вычитывается дебит ряда эксплуатационных скважин.

С целью увеличения коэффициента нефтеотдачи данного месторождения рекомендуется осуществить следующие мероприятия:

- 1) провести термическую обработку призабойной зоны эксплуатационных скважин;
- 2) провести закачку сточных грязных вод нефтяного промысла по скважинам расположенным в водоносной зоне залежи за рядом нагнетательных водяных скважин для повышения гидравлического сопротивления этой части залежи.

Key words: viscous-plastic oil, initial pressure drop, absolute permeability, internal resistance, external resistance, natural flooding, artificial flooding, water leakage, a number of wells, production growth, strip like deposits, ultimate shear stress.

Ключевые слова: вязко-пластичная нефть, начальный перепад давления, внутреннее сопротивление, внешнее сопротивление, естественное заводнение, искусственное заводнение, ряд скважин, утечка воды, прирост добычи, полосообразная залежь, предельное напряжение сдвига.

It is known that artificial influence on the oil reservoir for supporting pressure and increasing oil recovery by pumping pure water through injection wells is carried out on various schemes. These development schemes are accepted for concrete geologico-physical conditions depending both on tectonic structure and geometrical sizes of deposits.

Practice and analysis of the development of oil fields show that methods of perimeter and marginal artificial flooding are widely spread.

It is necessary to mention that while carrying the methods of oil reservoir flooding the following cases can be observed:

-total volume of all fluids taken from productive layer per day is more than total volume of the pumped water into the well at the same time period;

-total volume of all extracted fluids and total volume of water injected into the reservoir at the same time period are the same;

-total volume of all extracted fluids is less than total volume of the water injected into the reservoir at the same time period of development.

In first two cases, all volume of the water injected into the reservoir take part in the process of displacement of oil to exploitation wells, that is, in productive zone there is no leakage of injected water into marginal water-bearing zone. Water leakage takes place only in the third case.

Leakage of water into the marginal zone is calculated as losses in the volumes of the water injected into the reservoir and losses in the volumes of extracted oil and gas.

That's why, in oil and gas fields development it is necessary to work out and implement measurements on

reducing the volume of water leakage injected into the layer which is a new improved method for oil recovery.

Measurements on the reducing the quantity of leakage of water injected into the Newtonian oil saturated reservoir in perimeter and marginal flooding have been suggested in work [1].

The method of determination of water leakage volume injected into the layer saturated with viscous-plastic oil in marginal and perimeter flooding has been suggested.

With this purpose the results of solution of hydrodynamic stationary task of development of horizontal stripe like deposit have been shown below. Here, layer homogeneous on permeability and power has been used and oil deposits have a row of water injection wells and a row of exploitation wells from which viscous-plastic oil is produced. The rows of the wells are located parallel to oil bearing contour. The row of injection wells is placed near to oil bearing contour and in L_0 distance from feeding contour of water bearing zone of the deposit. The distance between the rows of injection and exploitation wells is indicated as L .

Hydrodynamic task is solved by using hydrodynamic and electrical scheme of the given stripe like deposit of viscous-plastic oil and applying method of electro hydrodynamic analogue of the filtration theory and Kirchhoff law. For solving of this task it is necessary to derive formulae for calculation of both total daily consumption of the all injection water wells of Q_1 injection row and total daily discharge of all wells of Q_2 exploitation row.

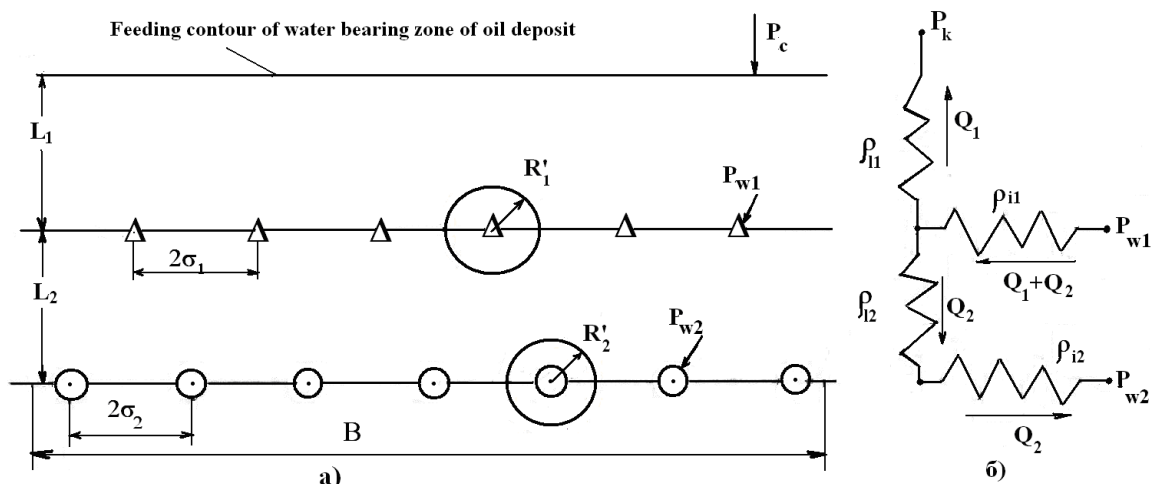


Fig.1 The scheme of stripe like oil deposit where a row of oil exploitation wells and a row of injection wells operate

a) Hydrodynamic scheme of deposit, b) operate electrical scheme of the deposit

We accept that the distance between injection wells in the row is equal to $2\sigma_1$, but between the exploitation ones it is $2\sigma_2$.

While developing the given stripe like field of viscous-plastic oil the difficult filtration flow of water injected into the layer and extraction of viscous-plastic oil from the layer take place. Precise solution of it has definite difficulties. That's why, for evaluation tasks solution by the approximate method is effective. Using the offered in [2], difficult filtration flows of water and viscous-plastic oil in the layer are divided into two following simple flows which take place consequently:

- 1) plane-radial withdrawal of water around the injection wells inside the circle with R'_1 radius,
- 2) plane-parallel withdrawal of water to the side of feeding contour of water bearing zone in L_0 distance,
- 3) plane-radial flow of viscous-plastic oil around the exploitation wells, inside the circle with R'_2 radius,
- 4) plane-parallel flow of viscous-plastic oil to the side of the row of producing wells in L distance.

For calculation of values Q_1 and Q_2 following system of equations has been made up:

$$\begin{cases} P_{w1} - P_c = \rho_{i1}(Q_1 + Q_2) + \rho_{\ell 1}Q_1 \\ P_{w1} - P_{w2} - \Delta P_{01} - \Delta P_{02} = \rho_{i1}(Q_1 + Q_2) + (\rho_{\ell 2} + \rho_{i2})Q_2 \end{cases} \quad (1)$$

where P_c is layer pressure, that's pressure in the feeding contour of water-bearing zone of deposit; P_{w1} and P_{w2} are well bottom pressures corresponding to injection water and exploitation oil wells; ρ_{i1} and ρ_{i2} are internal hydraulic resistances respectively to injection water and producing oil wells; $\rho_{\ell 1}$ and $\rho_{\ell 2}$ external hydraulic resistances of deposit areas

corresponding to L_0 and L sizes; ΔP_{01} and ΔP_{02} are corresponding initial pressure drops at filtration of viscous-plastic oil on the way of L and in conditional drainage zone of producing wells with R'_2 radii.

Having solved the system of equations (1) formulae for calculation daily capacity of rows of injection and exploitation wells is found:

$$Q_1 = \frac{(\rho_{i1} + \rho_{\ell 2} + \rho_{i2})(P_{w1} - P_c) - \rho_{i1}(P_{w1} - P_{w2} - \Delta P_{01} - \Delta P_{02})}{(\rho_{i1} + \rho_{\ell 1})(\rho_{i1} + \rho_{\ell 2} + \rho_{i2}) - \rho_{\ell 2}^2} \quad (2)$$

$$Q_2 = \frac{1}{\rho_{i1}} [P_{w1} - P_c - (\rho_{i1} + \rho_{e1})Q_1] \quad (3)$$

Internal hydraulic resistances are expressed by the following formulae:

$$\rho_{i1} = \frac{\mu \ln \frac{\sigma_1}{\pi r_w}}{2\pi kh}, \quad \rho_{i2} = \frac{\eta \ln \frac{\sigma_2}{\pi r_w}}{2\pi kh}$$

but external hydraulic resistances are expressed on formulae:

$$\rho_{e1} = \frac{\mu L_0}{2kh\sigma_1 n_1}; \quad \rho_{e2} = \frac{\eta L}{2kh\sigma_2 n_2}$$

where h - is effective power of productive layer, m; r_w - well radius, m; k - absolute permeability of the layer on liquid, m^2 ; μ and η - are correspondingly dynamic viscosity of water and structural viscosity of oil in layer conditions, Pa·s; n_1, n_2 - are correspondingly number of

wells in injection and exploitation rows; L_0 - is the distance between the row of injection wells and feeding contour of water-bearing zone of deposit, m; L - is the distance between the rows of the wells, m.

Initial pressure drops are expressed as follows:

$$\Delta P_{01} = \frac{167 \cdot 10^{-4} \tau_0 L_0}{\sqrt{k'}}, \quad \Delta P_{02} = \frac{167 \cdot 10^{-4} \tau_0 (R'_2 - r_w)}{\sqrt{k'}}$$

where τ_0 is limit stress of the displacement of viscous plastic oil in layer conditions, MPa; k' - is absolute permeability of the layer, determined on air, m^2 .

The following values have been accepted for minimal errors in approximate hydrodynamic calculations using Y.P. Borisov scheme for radius of plane-radial flows around the wells:

$$R'_1 = \frac{\sigma_1}{\pi}; \quad R'_2 = \frac{\sigma_2}{\pi}$$

In formula of external resistances for filtration area of all deposit the following expressions have been accepted:

$$F = Bh = 2\sigma_1 n_1 h = 2\sigma_2 n_2 h$$

where B is the width of deposit, m.

The daily capacity of one injection well is found from formula (2) as follows:

$$q_1 = \frac{Q_1}{n_1}$$

and discharge of one exploitation oil well is determined from formula (3):

$$q_2 = \frac{Q_2}{n_2}$$

Below, number calculations for definite field conditions of the considered stripe like oil deposits have been given and daily capacity of the rows of injection and exploitation wells has been determined.

The following values of the initial data necessary for calculation have been accepted: deposit width $B = 3000$ m; distance $L_0 = 100$ m; $L = 1500$ m; halves of the distances between the wells in various rows are $\sigma_1 = 150$ m; $\sigma_2 = 75$ m; power of the layer is $h = 5$ m; permeability of the layer on liquid is $k = 0,6 \cdot 10^{-12}$ m²; absolute permeability of the layer on air is

$k' = 3 \cdot 10^{-12}$ m²; dynamic viscosity of water is $\mu = 10^{-9}$ MPa·s; structural viscosity of oil $\eta = 8 \cdot 10^{-9}$ MPa·s; limited shear stress of oil is $\tau_0 = 2 \cdot 10^{-6}$ MPa; layer pressure $P_k = 20$ MPa; well bottom pressure of operating injection water well is $P_{w1} = 25,0$ MPa; dynamic well bottom pressure of exploitation oil well is $P_{w2} = 15,0$ MPa; number of injection wells in the row is $n_1 = \frac{B}{2\sigma_1} = \frac{3000m}{300m} = 10$; number of exploitation oil wells in the row is $n_2 = \frac{B}{2\sigma_2} = \frac{3000m}{150m} = 20$.

Using geological field data we calculate internal and external hydraulic resistances:

$$\begin{aligned} \rho_{i1} &= \frac{10^{-9} \cdot \ln \frac{150}{3,14 \cdot 0,114}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,6 \cdot 10^{-12} \cdot 5} = 320,5 \frac{MPa \cdot s}{m^3}; \\ \rho_{i2} &= \frac{8 \cdot 10^{-9} \cdot \ln \frac{75}{3,14 \cdot 0,114}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,6 \cdot 10^{-12} \cdot 5} = 2269,6 \frac{MPa \cdot s}{m^3}; \\ \rho_{\ell 1} &= \frac{10^{-9} \cdot 100}{2 \cdot 0,6 \cdot 10^{-12} \cdot 5 \cdot 150 \cdot 10} = 11,1 \frac{MPa \cdot s}{m^3}; \\ \rho_{\ell 2} &= \frac{8 \cdot 10^{-9} \cdot 1500}{2 \cdot 0,6 \cdot 10^{-12} \cdot 5 \cdot 75 \cdot 20} = 1333 \frac{MPa \cdot s}{m^3} \end{aligned}$$

Initial pressure drops are calculated as follows:

$$\begin{aligned} \Delta P_{01} &= \frac{167 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot 10^{-12}} = 1,93 MPa \\ \Delta P_{02} &= \frac{167 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \left(\frac{75}{3,14} - 0,114 \right)}{\sqrt{3} \cdot 10^{-12}} = 0,46 MPa \end{aligned}$$

Capacity of the row of injection wells is calculated as follows:

$$\begin{aligned} Q_1 &= \frac{(320,5 + 1333 + 2269,6)(25 - 30) - 320,5(25 - 15 - 1,93 - 0,46)}{(320,5 + 11,1)(320,5 + 1333 + 2269,6) - 2269,6^2} = \\ &= 0,0044644 \frac{m^3}{c} = 385,7 \frac{m^3}{day} \\ Q_1 &= 385,7 \frac{m^3}{day} \end{aligned}$$

Daily capacity of one injection well will be:

$$q_1 = \frac{Q_1}{n_1} = \frac{385,7}{10} = 38,57 \frac{m^3}{day}$$

The discharge of the row of producing oil wells is calculated as:

$$Q_2 = \frac{1}{320,5} \left[25 - 20 - (320,5 + 11,1) \cdot \frac{3923,1(25 - 20) - 320,5(25 - 15 - 1,93 - 0,46)}{(320,5 + 11,1) \cdot 3923,1 - 2269,6^2} \right] =$$

$$= 0,0202 \frac{m^3}{c} = 1745,3 \frac{m^3}{day}$$

Discharge of one exploitation oil wells will be:

$$q_2 = \frac{Q_2}{n_2} = \frac{1745,3}{20} = 87,3 \frac{m^3}{day}$$

Total daily capacity of the row of injection water wells will be:

$$Q_1 + Q_2 = 385,7 + 1745,3 = 2131 \frac{m^3}{day}$$

For determination of volume percent of water leakage x from total volume of water injected into the layer the following proportion is made up:

$$2131,0 - 100 \%$$

$$385,7 - x \%$$

From here, we find:

$$x = \frac{385,7 \cdot 100}{2131,0} = 18,1\%$$

As it is seen from the results of the calculations, $1/5$ part of the water injected into the layer flows to water bearing zone of the deposit.

Let's consider the case when viscous-plastic oil in other equal geologico-physical conditions has the following structural-mechanical properties: $\tau_o = 2 \cdot 10^{-5} MPa$; $\eta = 80 \cdot 10^{-9} MPa$.

In above mentioned conditions values of hydraulic resistances ρ_{i1} and ρ_{e1} don't change, ρ_{i2} , ρ_{e2} change, also values of initial pressure drops ΔP_{01} and ΔP_{02} change.

Changed values of these quantities have been shown below:

$$\rho_{i2} = 22696 \frac{MPa \cdot s}{m^3}; \rho_{e2} = 13330 \frac{MPa \cdot s}{m^3};$$

$$\Delta P_{01} = 19,3 MPa; \Delta P_{02} = 4,6 MPa$$

Considering these changes capacities of the rows of wells have been calculated and the following values have been found: $Q'_1 = 2330,6 \frac{m^3}{day}$; $Q'_2 = 1064,9 \frac{m^3}{day}$.

Total capacity of the row of injection water wells will be:

$$Q'_1 + Q'_2 = 2330,6 + 1064,9 = 3395,5 \frac{m^3}{day}$$

From these calculations it becomes evident that by the increase of structural and mechanical properties of viscous-plastic oil the leakage volume of the water injected into the layer increases and total daily capacity of the row of exploitation oil wells reduces.

Conclusion

1. Hydrodynamic tasks of development of stripe like deposit of viscous plastic oil have been solved and formulae for determining daily capacity of the injection water wells row and debit of exploitation oil wells row have been derived. Difference of there capacities gives the value of consumption of water leakage into marginal water-bearing zone of deposit.

2. The following measures should be applied to increase of oil recovery coefficient of such oil deposit:

- a) to realize heat methods influencing on the layer;
- b) to form stripe like zone of high hydraulic resistance in water-bearing deposit behind the injection

water wells by pumping field waste waters. Applying this measure on one hand ecological problem is solved, from other hand water leakage volume reduces.

References

1. Mustafayev S.D., Ismayilov O.D. "Measures on the reduce of water leakage quantity injected into oil reservoir in marginal and perimeter flooding", Nevinomisk institute of economics, Management and law (Russia), p.290-291, 2010
2. Don Wolcott. "Development and management of fields at flooding", Moscow, 2001, 144 p.
3. Novruzova S.G., Aliyev.I.N. « Determination Of The Starting Point Of Gas Separation From Oil In The Drainage Area Of an Operating Well », «Sciences of Europe». Prague, Czech Republic, 2019, № 35 VOL 1, pages 58-61.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА
НОВОГО НАНОПОЛИМЕРБИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ****Корнейчук Г.К.***Доцент,**кандидат химических наук,**Дальневосточный Федеральный университет,**г. Владивосток***TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF PRODUCTION METHODS OF NEW
NANO POLYMER BITUMEN BINDER FOR ROAD SURFACES****Korneichuk, G. K.***Associate Professor,**candidate of chemical Sciences,**far Eastern Federal University,**Vladivostok***Аннотация**

В результате синергетического эффекта вследствие одновременного термического и ультразвукового воздействия на резиновую крошку шинных отходов в нефтяном битуме, происходит деструкция и девулканизация резины. При этом процессе происходит не только разрушение пространственной каучуковой сетки резины, но и диспергирование образовавшихся линейных каучуковых цепей. Этот процесс сопровождается, в основном, двумя негативными для человека и окружающей среды факторами: 1) вредное воздействие звука и 2) выделение сернистых соединений.

Abstract

As a result of the synergistic effect due to the simultaneous thermal and ultrasonic impact on the rubber crumb of tire waste in petroleum bitumen, the destruction and devulcanization of rubber occurs. In this process, there is not only the destruction of the spatial rubber mesh of rubber, but also the dispersion of the formed linear rubber chains. This process is accompanied mainly by two negative factors for humans and the environment: 1) the harmful effects of sound and 2) the release of sulfur compounds.

Ключевые слова: шинные отходы; деструкция; девулканизация; каучук; вяжущее; ультразвук; сера.

Key words: tire waste; destruction; devulcanization; rubber; astringent; ultrasound; sulfur.

Возможность деструкции и девулканизации резины шинных отходов под воздействием ультразвука описана в [1]. В этой статье отмечается, что девулканизация резины, в основном, происходит путем разрыва связей C...S (углерод – сера). Однако, по нашему мнению, авторами [1] были созданы не достаточно хорошие условия для прохождения интенсивной девулканизации резины. Дело в том, что для этого необходимо достаточное количество жидкой фазы, так как только в этом случае происходит интенсивная ультразвуковая кавитация [9], являющаяся основным механизмом девулканизации резины. В случае смеси резиновой крошки с нефтяным битумом мы создали такие условия. Кроме того, для усиления интенсивности всех процессов была создана высокая температура. Однако, в данной системе она не должна превышать 180 °С. Это ограничение связано с тем, что при более высоких температурах происходит выкипание легких фракций битума, что не желательно. При таком одновременном термическом и ультразвуковом воздействии в данной системе наблюдается синергетический эффект – резкое усиление двух факторов. В результате синергетического эффекта усиливаются диффузионные процессы в объеме жидкости и в порах резины. Резина быстро набухает и в результате ультразвуковой вибрации разрушается, а под действием ультразвуковой кавитации

девулканизируется. Образующиеся длинные каучуковые цепи опять же под действием ультразвуковой кавитации диспергируются [7]. В результате всех этих процессов образуется полимербитумная композиция с высокими физико-механическими характеристиками, матрицу которой составляют наноразмерные частицы минеральных наполнителей резины (графит, кремнезем, тальк, мел и др.). Поэтому она и была названа нанополимербитумной (НПБК). Все это было подтверждено исследованиями на лабораторных, пилотных и опытных установках [6]. Высокие физико-механические характеристики НПБК делают ее отличным вяжущим для дорожных асфальтов, а также для различных изоляционных мастик (для кровли, трубопроводов различного предназначения и др.). Значения всех характеристик НПБК зависят от количества и качества (процент и вид каучука) резиновой крошки шинных отходов в исходной смеси с битумом. В [8] показан случай такой зависимости, когда резиновая крошка была из одной партии. В этом случае физико-механические характеристики растут с увеличением количества резины в исходной смеси и достигают максимального значения при весовой концентрации ее, равной 50 %. Нами были исследованы характеристики НПБК с таким содержанием резины шинных отходов, полученные при использовании совершенно различных партий отработанных шин. В итоге

температура размягчения таких НПБК лежала в интервале 80 - 90 °С, температура хрупкости в интервале (-40) – (-50) °С, при эластичности порядка 70 % и отличной адгезии к минеральным веществам (наполнителям асфальтобетона) с основной и кислой поверхностями. НПБК с такими высокими характеристиками удовлетворяют климатическим условиям любого региона РФ и мира, поэтому были названы универсальным нанополимербитумным вяжущим (УНПБВ). В литературе до сих пор не рассматривались ни технологические ни экологические аспекты производства и применения такого вяжущего.

Для использования нового эффективного вяжущего типа НПБВ необходимо знать технологические особенности и экологические аспекты производства этого нового вяжущего. В процессе разработки основ технологии производства нового вяжущего НПБВ были проведены лабораторные, пилотные и опытные исследования на соответствующих установках. При этом установки были двух типов: динамического и статического. Установка динамического типа (проточная) принципиально состоит из следующих основных частей: смесителя битума с резиновой крошкой шинных отходов и реактора, в котором исходная смесь подвергается одновременному термическому и ультразвуковому воздействию. Герметический смеситель должен быть оснащен мощным перемешивающим устройством (пропеллерной и (или) шнековой мешалкой), нагревателем. В смеситель подается определенное количество битума и резиновой крошки шинных отходов. Дисперсность резиновой крошки должна составлять от 0,1 до 0,5 мм. В смесителе смесь обезвоживают, нагревают до 180 °С и доводят до однородного состояния. Реактор включает в себя ультразвуковой аппарат специальной конструкции и температурно-управляемый нагреватель в рубашке. Подготовленная смесь битума с резиновой крошкой шинных отходов, нагретая до 180 °С, подается посредством винтового насоса в реактор, где обрабатывается и выводится в накопительную емкость. Скорость потока регулируется винтовым насосом и выходным вентилем из реактора. Оптимальная скорость потока зависит от мощности ультразвукового аппарата и емкости реактора. Для определения оптимальной скорости потока проводят специальные опыты (можно назвать калибровкой). Такая калибровка необходима для смеси только определенной концентрации резиновой крошки. Цель калибровки – установление скорости потока обеспечивающей оптимальные физико-механические характеристики получаемой НПБВ. В принципе, она необходима для каждой отдельной партии битума и резиновой крошки шинных отходов. Особенно, для последней, так как оптимальная скорость потока будет зависеть от количества и вида каучука и вулканизатора резины шинных отходов. Чтобы уменьшить количество калибровок необходимо заранее хорошо механически перемешать большое количество резиновой крошки, такое, чтобы ее хватало на большой объем выпускаемого НПБВ. Наши

исследования показали, что с увеличением времени термо-ультразвуковой обработки исходной смеси в реакторе уменьшается вязкость получаемой композиции. Это связано со следующими двумя причинами: 1) появлением в объеме смеси пластификатора (например, мазута) при деструкции резины и 2) уменьшением размеров молекул каучука и наполнителей резины. В [5] было показано, что при одновременной термо-ультразвуковой обработке размеры молекул каучука снижаются до микроразмеров, а частиц наполнителей резины (графит, кремнезем, тальк, мел и др.) до наноразмеров. При этом оптимальная вязкость получаемой композиции не более, чем вязкость битума при этой же температуре. Поэтому получаемые НПБВ имеют достаточно хорошую технологическую характеристику для получения асфальтобетонов. С другой стороны, учитывая то, что процесс термо-ультразвуковой обработки в реакторе ведет к уменьшению вязкости получаемых композиций, мы предложили способ калибровки по зависимости вязкости обрабатываемой смеси от скорости потока. Скорость потока, при которой вязкость смеси уже практически не изменяется, можно считать оптимальной. Для измерения динамической вязкости смеси в процессе обработки очень хорошо подходит ротаметрический метод измерения вязкости при высоких температурах. Описанный динамический способ получения НПБВ имеет ограничения, связанные с тем, что, как выше упоминалось, для интенсивной ультразвуковой кавитации необходимо достаточное количество жидкой фазы. Это приводит к тому, что динамический способ применим только для смеси битума с резиновой крошкой до 30 % (весовых) резины. Можно применять этот способ и в случае необходимости получать НПБВ с использованием большего количества резиновой крошки. Но в этом случае необходимо в полученную НПБВ на основе исходной смеси с 30 % резины добавить еще необходимое количество резиновой крошки, перемешать, обезвожить, нагреть до 180 °С и снова прогнать через реактор с определенной скоростью. Видимо, для этого необходимо использовать «каскадную» систему – смеситель1-реактор1-смеситель2-реактор2-накопительная емкость. Необходимо отметить, что реактор выполняют из специального коррозионного сплава или из титана.

Установка статического типа состоит из одной емкости, которая играет роль смесителя-реактора. Готовая НПБВ сливается в накопительную емкость или в установку для гранулирования полученного вяжущего. Эта емкость должна иметь регулируемый нагреватель, помещенный в рубашку, достаточно мощное перемешивающее устройство, герметически закрывающееся отверстие для ввода битума и резиновой крошки, штуцер для вывода образующихся газов. В емкость вводят или встраивают один или несколько ультразвуковых аппаратов специальной конструкции и выбранной мощности. При этом непрерывным условием является обеспечение полной герметичности смесителя-реактора, так, чтобы в процессе приготовления НПБВ газовые

выбросы выводились только через специальный штуцер. Естественно, смеситель-реактор должен выполняться из специального коррозионностойкого сплава. Такая установка пригодна для производства НПБВ из смесей битума с резиновой крошкой до ее содержания 50 % (вес.). При этом процесс начинают с исходной смеси с 25-30 % резины. По мере ее обработки для обеспечения необходимого количества жидкой фазы периодически добавляют «ступенчато» резиновую крошку до необходимого количества. Это становится возможным из-за значительного понижения вязкости в результате синергетического эффекта. Нами установлено, что даже при использовании резиновой крошки в количестве 50 % (вес.) получаемая НПБВ – УНПБВ имеет вязкость порядка вязкости битума БНД 90/130 при одной и той же температуре. Одними из важных достоинств этого способа по сравнению с динамическим является то, можно сразу использовать ультразвуковые аппараты для ускорения обезвоживания смесей битума с резиновой крошкой и, что такую, как при динамическом способе, калибровку можно предварительно не делать, а вести процесс до постоянной ротаметрической вязкости композиции выбранного состава. Другими достоинствами являются отсутствие специального обогреваемого винтового насоса и обогреваемого трубопровода к ультразвуковому реактору. Недостатками по сравнению с динамическим способом являются большая трудность с обеспечением герметичности, большая стоимость смесителя-реактора из-за гораздо большего его объема и некоторые другие.

Из полученного опыта можно сделать вывод, что для производства НПБВ на основе смесей битума с резиновой крошкой с концентрацией резины до 30 % наиболее рационально использовать динамический способ. Для производства НПБВ на основе больших концентраций резины более выгодно использовать статический способ. Особенно, это касается производства УНПБВ.

При промышленном производстве НПБВ на первый план выходят экологические вопросы, связанные с защитой обслуживающего персонала и окружающей среды от вредного звукового воздействия и вредных газовых выбросов. От вредного звукового воздействия необходимо принять следующие меры. Если для производства НПБВ используется установка динамического типа, то только ее ультразвуковой реактор необходимо изолировать звукоизоляционным материалом необходимой толщины. Если используется установка статического типа, то необходимо полностью ее изолировать звукопоглощающими материалами. Толщину изоляционного покрытия должна быть такая, чтобы уровень звука не превышал установленных норм [2]. При этом определение уровней звуковой мощности производят по [3,4]. В процессе производства НПБВ происходят технологические газовые выбросы. В основном, они обусловлены процессом девулканизации резины. В этом

процессе происходит разрыв связей С-С. При этом образуются сернистые соединения, в основном, в виде SO_2 , которые в виде газов выбрасываются из объема смеси. Поэтому установки и динамического и статического типа должны быть полностью герметизированы, а технологические выбросы должны выводиться из специального патрубка в ж/б – резервуар с водой. При этом посредством специального автоматического датчика должно непрерывно измеряться количество и концентрация выходящих сернистых соединений. Кроме всего прочего, он будет давать информацию об интенсивности происходящих процессов девулканизации, по которому дополнительно можно будет судить об окончании этого процесса и оптимальном времени готовности НПБВ. В ж/б – емкости можно будет или нейтрализовать (например, содой или известью) образующуюся серную кислоту или ее утилизировать для потребителя. При небольших мощностях производства НПБВ будет иметь смысл нейтрализация, при больших – утилизация.

Список литературы

1. Абрамов В.О., Абрамов О.В., Дьячковский Ф.С. и др. Девулканизация резины в ультразвуковом поле // Материаловедение. 2005. № 1. С. 3–9.
2. ГОСТ 12.1.003-83. Допустимые уровни шумов в производственных помещениях.
3. ГОСТ 30457-97. Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума на основе интенсивности звука. Измерение в дискретных точках. Технический метод.
4. ГОСТ 30457.3 -2006. Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума на основе интенсивности звука. Часть 3. Точный метод для измерения сканированием.
5. Корнейчук Г.К., Никифоров П.А., Пигильдин О.С., Буценко Ю.А. Деструкция резины под действием ультразвука // Южно-сибирский научный вестник. 2015. № 3(11). С. 41–51
6. Корнейчук Г.К., Буценко Ю.А. Разработка универсального нанополимерного вяжущего для дорожных асфальтобетонов // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2017. № 1 (30). С. 68-74.
7. Маргулис, М.А. Звукхимические реакции и сонолюминисценция [Текст] / М.А. Маргулис. – М.: Химия, 1986. – 300 с.
8. Пат. 2550888 Российская Федерация: Способ приготовления резинобитумной композиции / Г.К. Корнейчук; заяв. 2012154148 от 13.12.2013, рег.15.04.2015
9. Хмелев В.Н., Леонов Г.В., Барсуков Р.В. и др. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности, сельском и домашнем хозяйстве / Алтайский гос. тех. ун-т, БТИ. Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2007. 400 с.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАМАГНИЧИВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**Оганесян Андраник Тарикович***кандидат тех. наук, доцент,***Барегамян Гурген Виравович,***доктор тех. наук, профессор,***Мартirosян Норайр Вильямсович***кандидат тех. наук, доцент,***Хачатрян Ваге Айкович***научный сотрудник,*

Арзаян Рубен Гагикович

*научный сотрудник,***Азатян Рафаел Геворкович***научный сотрудник**Национальный политехнический университет Армении, г. Ереван***A DEVICE FOR MAGNETIZING PRODUCTS MADE OF MAGNETIC MATERIALS****Hovhannisyan Andranik Tarik***candidate of technical Sciences, assistant professor,***Bareghamyan Gurgen Wirab***doctor of technical Sciences, professor,***Martirosyan Norayr Williams***candidate of technical Sciences, assistant professor,***Khachatryan Vahe Hay***scientific collaborators,***Arzanyan Ruben Gagik***scientific collaborators,***Azatyany Rafael Gevorg***scientific collaborators**National Polytechnic University of Armenia, Yerevan***Аннотация**

Разработано намагничивающее устройство для изделий из магнитных материалов, осуществляющее предварительную подготовку изделия до основной магнетизации. При этом изделие подвергается многократной противофазной магнетизации посредством тока установившегося значения индуктивной катушки, исключая возникновение вихревых токов в изделии. Устройство может быть применено в научно-исследовательских и производственных целях.

Abstract

A magnetizing device for products made of magnetic materials has been developed, which provides preliminary preparation of the product before the main magnetization. For this purpose the product is subjected to multiple antiphase magnetization by means of a steady-state current of the inductive coil, excluding the occurrence of eddy currents in the product. The device can be used for research and production purposes.

Ключевые слова: намагничивание, противофазное магнитное поле, магнитный материал, установка, электромагнит, микроконтроллер.

Keywords: magnetization, antiphase magnetic field, magnetic material, installation, electromagnet, microcontroller.

Введение. С целью повышения качества намагничивания и получения установленных магнитных параметров для изделий из магнитных материалов (ИММ) необходимо осуществить предварительную магнитную подготовку изделия до основной магнетизации. Для этого ИММ подвергаются многократной противофазной магнетизации ($n=5...10$ раз) посредством тока установившегося значения индуктивной катушки [1].

Целью работы является разработка, проектирование, изготовление и испытание намагничивающего устройства для изделий из магнитных материалов, осуществляющего предварительную подготовку изделия до основной

магнетизации, подвергая при этом его многократной противофазной магнетизации посредством тока установившегося значения индуктивной катушки и исключая возникновение вихревых токов в нем.

Структурная схема и принцип работы устройства. Упрощенная структурная схема устройства представлена на рис. 1. Устройство питается от однофазного источника переменного напряжения 1, которое подается посредством автоматического выключателя однофазного напряжения 2. Далее питающее переменное напряжение выпрямляется диодно-тиристорным управляемым мостовым выпрямителем 3, и двухполупериодным выпрямленным напряжением

посредством электромеханического контактного мостового преобразователя 4 питается индуктивная катушка электромагнита намагничивания (ИКЭМ) 5. Система управления устройством выполнена на микроконтроллерной основе и содержит: усилители мощности сигналов управления 6, 7,

преобразователь кода нулевого значения напряжения питания 8, микроконтроллер 9, сигнальные светодиоды 10, источник питания постоянного напряжения 11 и кнопку запуска процесса намагничивания 12 [2].

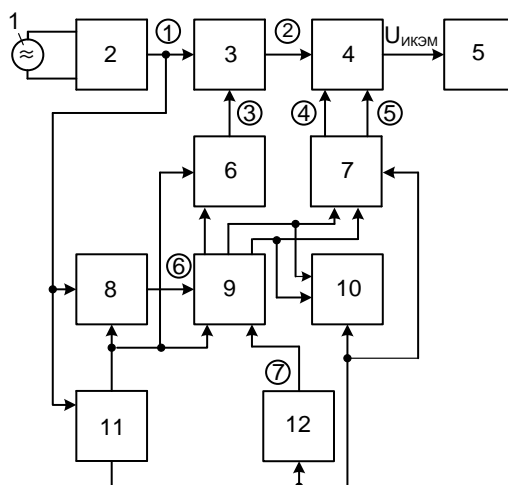


Рисунок 1. Упрощенная структурная схема намагничивающего устройства

На рис. 2 показаны временные диаграммы в характерных точках намагничивающего устройства.

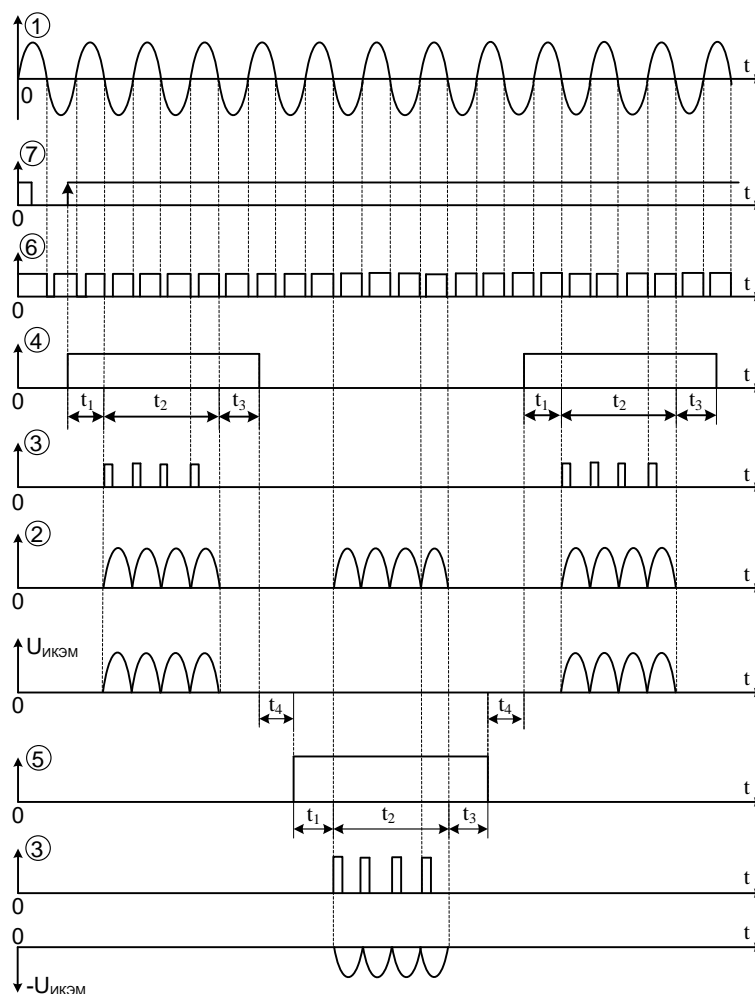


Рисунок 2. Временные диаграммы в характерных точках намагничивающего устройства при $n=2$

До процесса намагничивания посредством соответствующей микроконтроллерной программы задаются временные длительности t_1 , t_2 , t_3 и t_4 управления процессом намагничивания и количество магнитной предварительной подготовки заготовки (n), которые вводятся в основную память микроконтроллера. Длительность t_1 обусловлена временем включения контакторов и длительностью достижения установившегося значения тока в ИКЭМ, t_2 - процессом намагничивания магнитной заготовки, t_3 - временем отключения контакторов и

длительностью гашения накопленной в ИКЭМ индуктивной энергии, t_4 - паузой между разнополярными процессами напряжения.

На рис. 3 приведена электрическая схема электромеханического мостового преобразователя, где $KU_1 \div KU_4$ - обмотки управления соответствующими электромеханическими контакторами, $K_1 \div K_4$ - нормально открытые механические контакты соответствующих контакторов.

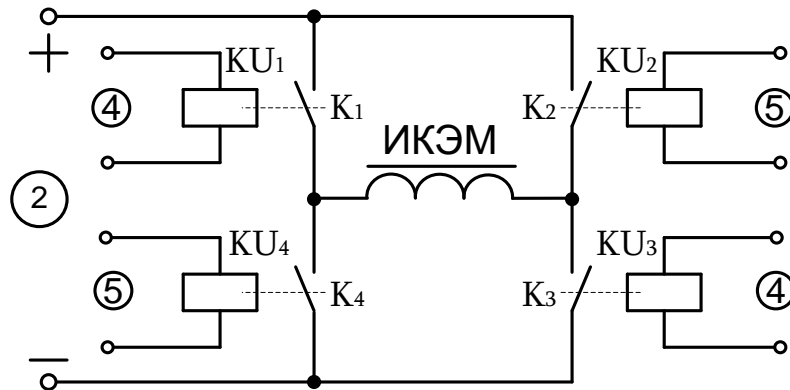


Рисунок 3. Электрическая схема электромеханического мостового преобразователя

На рис. 4 приведено фотоизображение строения намагничивающего электромагнита, где 1 и 2 - катушки индуктивности электромагнита, выводы которых соединены к контактам 5 ... 8 изоляционного столика; 3 и 4 – магнитопроводы, причем 4 является подвижным; 12 – ИММ, установленное в рабочем зазоре электромагнита. Катушки индуктивности могут быть соединены последовательно или параллельно, в зависимости от необходимой магнитной индукции в рабочем зазоре (на рис. 3 представлена одна индуктивная катушка).

для защиты питающего источника от коротких замыканий и перегрузок, устройство намагничивания подключается к этому источнику. Источник постоянного напряжения 11 обеспечивает постоянные напряжения необходимых уровней для питания узлов 6, 7, 8, 9, 12 системы управления и одного из сигнальных светодиодов 10. Из сигнальных светодиодов 10 первый сигнализирует о наличии напряжения питания, второй – о процессе намагничивания с положительной полярностью, третий – то же, с отрицательной полярностью. Преобразователем кода 8 нулевого значения напряжения питания формируются короткие сигналы управления при нулевых значениях напряжения питания.

ИММ устанавливается в рабочем зазоре намагничивающего электромагнита (рис. 4). Посредством автоматического выключателя однофазного напряжения, который предназначен

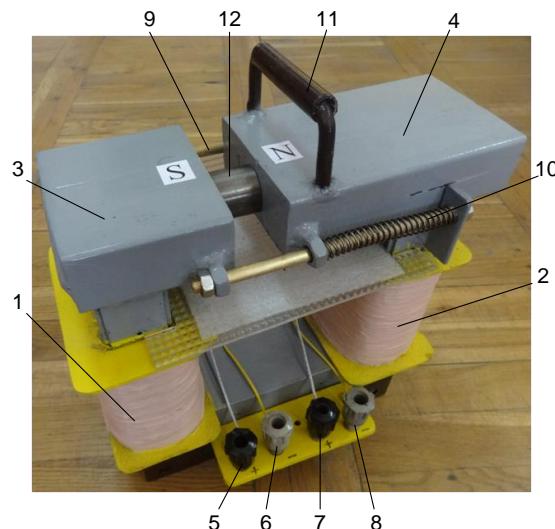


Рисунок 4. Фотоизображение строения намагничивающего электромагнита

Устройство работает следующим образом. При включении автоматического выключателя 2 переменное напряжение питания подается ко входу источника питания 11 постоянного напряжения, функционирование которого сигнализируется первым светодиодом набора 10. Нажатием кнопки запуска процесса намагничивания 12 формируется сигнал, передним фронтом которого запускается микроконтроллер. На соответствующем выходе микроконтроллера формируется сигнал управления усилителем мощности 7 подается на обмотки КУ1 и КУ3 управления контакторами электромеханического преобразователя 4. Соответствующие контакторы замыкают нормально открытые механические контакты К1 и К3. По истечении времени t_1 на соответствующем выходе микроконтроллера формируются короткие сигналы управления с длительностью t_2 по выходным сигналам преобразователя 8 и коду нулевого значения напряжения питания, которые посредством усилителя мощности 6 подаются на управляющие электроды тиристорного выпрямителя 3. Отпиранием тиристором однофазное переменное напряжение преобразуется в двухполупериодное пульсирующее напряжение, которое и подается на ИКЭМ, включенную по диагонали электромеханического преобразователя 4 (условно назовем его напряжением положительной полярности), и осуществляется намагничивание заготовки. Второй из светодиодов 10 сигнализирует об этом процессе. По истечении времени t_3 погашается накопленная в индуктивной катушке индуктивная энергия, и в результате размыкаются контакторы, открывая замкнутые механические контакты К1 и К3.

По истечении времени t_4 начинается процесс намагничивания, но с обратной полярностью напряжения на обмотке 5 ИКЭМ по диагонали электромеханического преобразователя 4 (напряжение отрицательной полярности). Для этого с соответствующего выхода микроконтроллера сигнал управления с длительностью $t_1+t_2+t_3$ после усиления усилителем мощности 7 подается на обмотки КУ2 и КУ4 управления контакторами электромеханического преобразователя 4. Соответствующие контакторы замыкают нормально открытые механические контакты К2 и К4. По истечении времени t_1 на соответствующем выходе микроконтроллера формируются короткие сигналы управления с длительностью t_2 по выходным сигналам преобразователя на основе кода нулевого напряжения питания, которые посредством усилителя мощности 6 подаются на управляющие электроды тиристорного выпрямителя. После

отпирания тиристором преобразованное двухполупериодное пульсирующее напряжение подается на ИКЭМ 5, включенную по диагонали электромеханического преобразователя 4 (напряжение отрицательной полярности), и осуществляется намагничивание заготовки в обратной полярности. Третий из светодиодов 10 сигнализирует об этом процессе. По истечении времени t_3 погашается индуктивная энергия, накопленная в индуктивной катушке, и отключаются контакторы, размыкая замкнутые механические контакты К2 и К4. После временного интервала t_4 начинается очередной процесс намагничивания. Повторением процесса в количестве n раз обеспечивается противофазное изменение напряжения магнитного поля по магнитопроводу электромагнита и намагничивающего изделия, обеспечивая предварительную магнитную подготовку изделия. Повторением процесса намагничивания $(n+1)$ раз обеспечивается намагничивание заготовки намагничивания.

До процесса намагничивания посредством соответствующего компьютерного моделирования задаются временные длительности управления процессом намагничивания и количество предварительной магнитной подготовки заготовки n , которые вводятся в основную память микроконтроллера. Временные длительности обусловлены соответствующими временами включения и отключения применяемых в электромеханическом преобразователе контакторов, временами достижения тока в ИКЭМ установившегося значения и затуханием накопленной в ней индуктивной энергии.

Длительности достижения тока в индуктивной катушке установившегося значения и гашения индуктивной энергии оцениваются следующим выражением:

$$t \approx 2,3L/R,$$

где L – индуктивность обмотки; R – ее активное сопротивление.

Основные параметры намагничивания электромагнита: общий вес - $Q_{эл}=18$ кг; площадь рабочего зазора электромагнита - 95×35 мм²; длина рабочего зазора - 80 мм, число витков каждой из индуктивных катушек - $w=700$; активное сопротивление обмотки - $R=3,57$ Ом; индуктивность - $L=250$ мГн. В электромеханическом преобразователе применены контакторы серии ТКД501ДОД, марка микроконтроллера - Atmel Attiny2313.

На рис. 5 приведены взаимосвязанные осциллограммы напряжения и тока ИКЭМ при $n=2$.

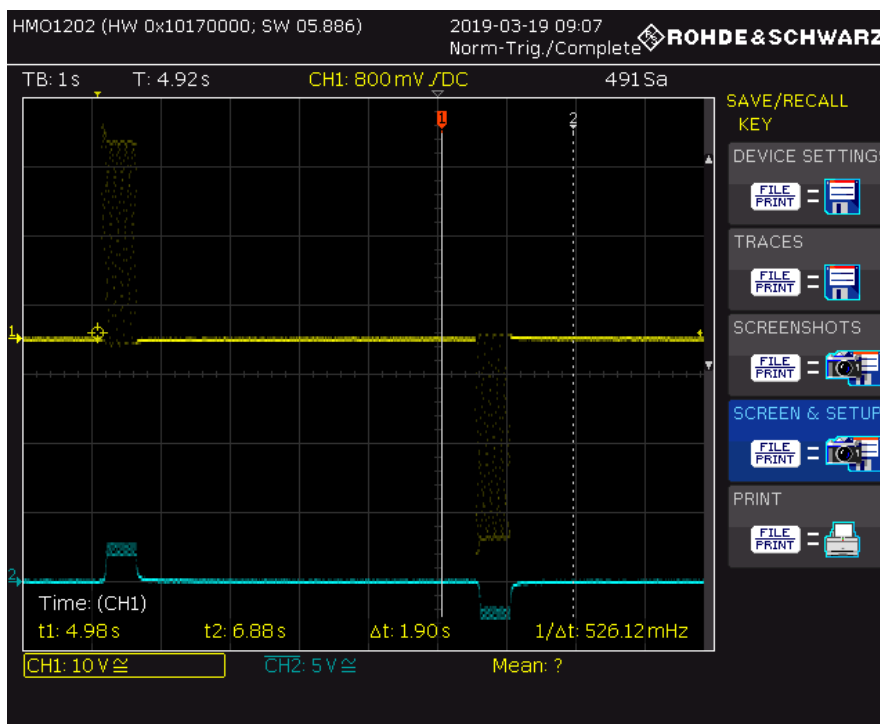
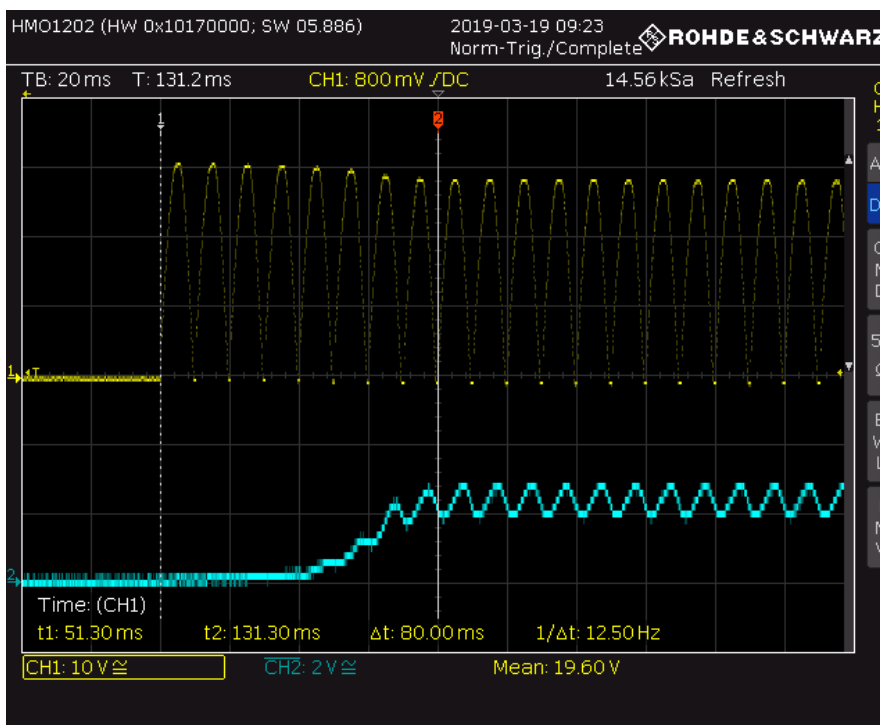
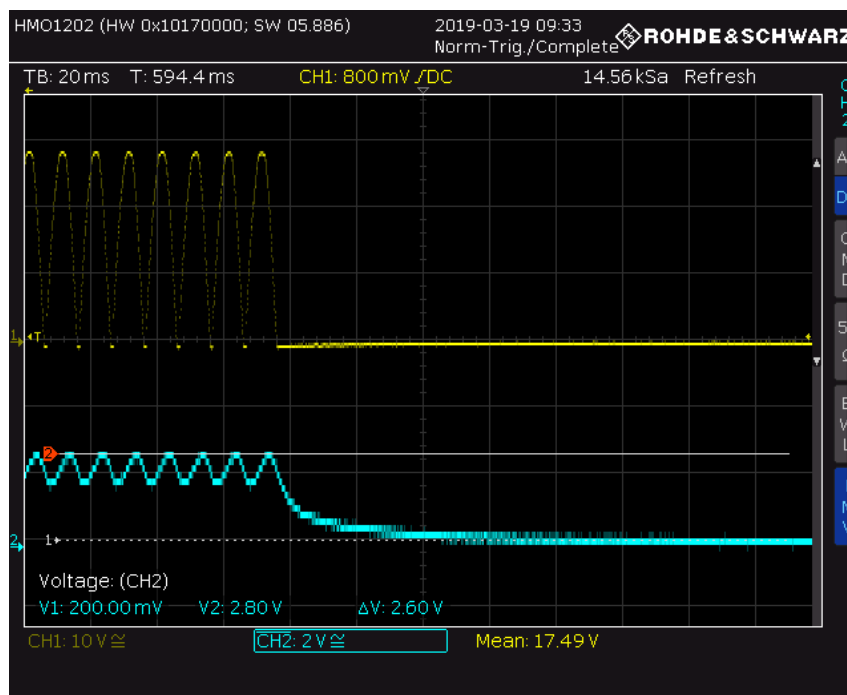


Рисунок 5. Взаимосвязанные осциллограммы напряжения и тока обмотки электромагнита при $n=2$

На рис. 6 приведены взаимосвязанные осциллограммы напряжения и тока обмотки электромагнита на начальной (а) и завершающей (б) стадиях намагничивания.



a)



б)

Рисунок 6. Взаимосвязанные осциллограммы напряжения и тока обмотки электромагнита на начальной (а) и завершающей (б) стадиях намагничивания

Заключение. Устройство намагничивания заготовки из магнитного материала обеспечивает предварительную магнитную подготовку заготовки до основного намагничивания постоянным магнитным полем, обеспечивая соразмерность магнитных параметров. Устройство может применяться в научно-исследовательских и производственных целях.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета по науке МОН РА в рамках научного проекта № 18Т-2В309, а также в рамках государственной программы Республики Армения

"Исследование электромагнитных систем, разработка новых систем".

Список литературы

1. Тареев Б.М., Короткова Н.В., Петров В.М., Преображенский А.А. Электрорадиоматериалы. - М.: Высш. школа, 1978.- 336 с.
2. Патент РА на изобретение 3334 А. Устройство для намагничивания изделий из магнитных материалов / А.Т. Оганесян, Н.В. Мартиросян. - Н 01F13/00, 01.10.2019, 14 с.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 115; 514; 517.95; 517.96; 53.081

ОБЪЕМНАЯ СКОРОСТЬ В ПЛАНКОВСКОЙ СИСТЕМЕ КОНСТАНТ

Витко Александр Викторович

кандидат наук,

Санкт-Петербургский политехнический университет

советник ректора,

г. Санкт-Петербург

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.82](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.3.48.82)

VOLUME SPEED IN THE PLANK SYSTEM OF CONSTANTS

Vitko Alexander

Candidate of Science,

St. Petersburg Polytechnic University,

rectors advisor,

St. Petersburg

Аннотация

С целью освоения трудных для восприятия моделей многомерности, рассматриваются представления и технология описания и измерения объема и количества вещества, заполняющего объем многомерных объемных объектов. Сопоставляются альтернативные варианты многомерной совокупности одномерных моделей и единой многомерной модели объемных объектов. На основе анализа многомерных объемных скоростей показывается, что применительно к декартову трехмерному пространству значения объемной скорости света, полученные прямым вычислением и через планковские объем и время, полностью совпадают. Следовательно, планковская система констант может быть дополнена планковской объемной скоростью.

Abstract

For the purpose of development of multidimensionality models, difficult for perception, representations and technology of the description and measurement of volume and amount of the substance filling the volume of multidimensional three-dimensional objects are considered. Alternative options of multidimensional set of one-dimensional models and uniform multidimensional model of three-dimensional objects are compared. On the basis of the analysis of multidimensional volume speeds is shown that in relation to the Cartesian three-dimensional space of value of the volume speed of light, received by direct calculation and through the plankovsky volume and time, completely coincide. Therefore, the plankovsky system of constants can be complemented with plankovsky volume speed.

Ключевые слова: многомерные модели, объемные объекты, объемная скорость, планковские константы.

Keywords: multidimensional models, volumetric objects, volumetric velocity, Planck constants.

Человеческому психологически очень трудно выйти за пределы привычных пространственных трех измерений. Многомерность, не имея зрительного образа, трудно постигается человеком. Что касается бесконечномерных пространств, то, хотя они во многом и аналогичны конечномерным, могут обладать некоторыми совершенно иными свойствами [4, с. 566].

Задача статьи состоит в достижении цели обеспечения освоения трудных для восприятия моделей многомерности, путем формирования представлений и технологии (аппарата) описания и измерения объема, количества вещества, заполняющего объем, и объемной скорости их изменения в многомерных объемных объектах [1, с. 32-42].

Представление объема и процесса его изменения как совокупности отдельных граничных материальных точек и их движения с линейными скоростями является основой современной

технологии такого описания. Результатом при этом является не единая многомерная модель объема и количественных изменений, а совокупность одномерных моделей.

В ортогональных координатах следует взять попарно ортогональные векторы единичной длины e_i , ($i = 1, \dots, n$). Если на них натянуть n -мерный скоростной кубик с модулем скорости V , то, с учетом текущего времени t , будет получен «путевой» кубик с ребрами длины vt . При $n = 1$ такой многомерный объект будет представлять собой отрезок, при $n = 2$ – квадрат, при $n = 3$ – трехмерный куб, при произвольном n – n -мерный куб. Его текущий объем, естественно, равен $V_n = (vt)^n$.

В статье [2] получен важный методологический вывод, состоящий в том, что системное движение бесконечно возрастающего

множества таких материальных точек в полном телесном угле 4π стерадиан соответствующей мерности будет стремиться к сферической форме, то есть бесконечномерная совокупность одномерных линейных моделей, количественно отражающих объемы многомерных объектов, при преобразовании этой совокупности в единую бесконечномерную модель объекта представляет собой сферу. Этот подход позволяет сформулировать геометрический образ потенциально бесконечномерного объекта: его объем целиком сосредоточен на его поверхности. Что касается варианта задачи определения не объема, а количества (например, массы), то этот вывод приобретает форму утверждения: «количество» (например, масса) потенциально бесконечномерного объекта целиком сосредоточена на его поверхности. Поскольку асимптотические свойства многомерных объемов должны распространяться и на другие характеристики, возникает вопрос о том, как асимптотические свойства многомерных объемов распространяются на объемную скорость света.

Кроме того, ставится задача выяснения характера изменения объемной скорости в многомерном пространстве для варианта досветовой линейной скорости при неограниченном увеличении размерности.

Представление объема и процесса его изменения как совокупности отдельных граничных материальных точек и их движения с линейными скоростями является основой современной технологии такого описания. Результатом при этом является не единая многомерная модель объема и количественных изменений, а совокупность одномерных моделей.

Так, применительно к двумерному варианту его «объем» представляется совокупностью трех точек, а его изменение – движением двух точек k и m с линейными скоростями v_k и v_m , в результате чего образуется скоростной треугольник Okm , формирующий расширяющийся «объем», внешней границей которого является относительный путь KM (рис. 1).

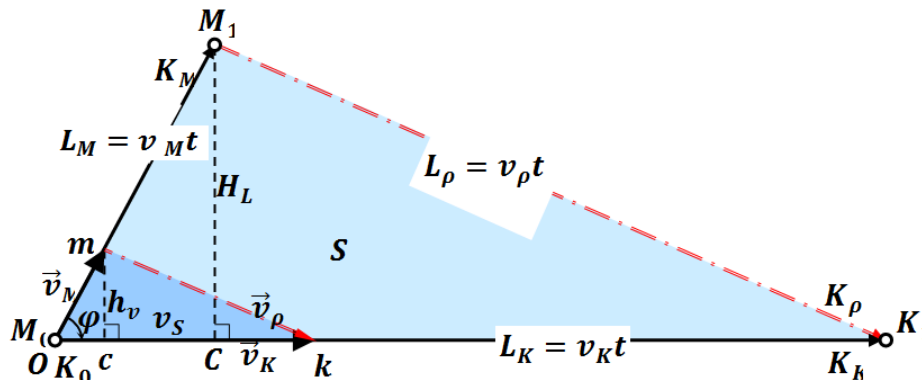


Рисунок 1. Движение системы двух материальных точек из точки O

Количественной мерой «объема» и его изменения в результате движения этих точек являются расстояния, которые при равномерном

прямолинейном движении точек характеризуется системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} L_K &= v_k t; \\ L_M &= v_m t. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Совокупность одномерных линейных моделей (1) формирует двумерную модель – треугольник,

количественной мерой «объема» и объемной скорости его изменения которого являются

$$\left. \begin{aligned} v_S &= \frac{1}{2} v_k v_m \sin \phi; \\ S &= \frac{1}{2} L_K L_M \sin \phi. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Отношение площадей путевого и скоростного треугольников дает квадрат времени:

$$\frac{S}{v_S} = \frac{\frac{1}{2} v_k v_m t^2 \sin \phi}{\frac{1}{2} v_k v_m \sin \phi} = t^2 \quad (3)$$

Стороны треугольника (1) и его площадь (2) с учетом их изменений являются примером альтернативного представления двумерного объема совокупностью одномерных моделей и единой двумерной моделью.

Применительно к трехмерному варианту его объем представляется совокупностью четырех

точек, а его изменение – движением трех точек k, m и n , не принадлежащих одной плоскости, с линейными скоростями v_k, v_m и v_n , в результате чего образуется объемная фигура – треугольная пирамида, внешней границей которой, является треугольник относительных путей MKN (рис. 2).

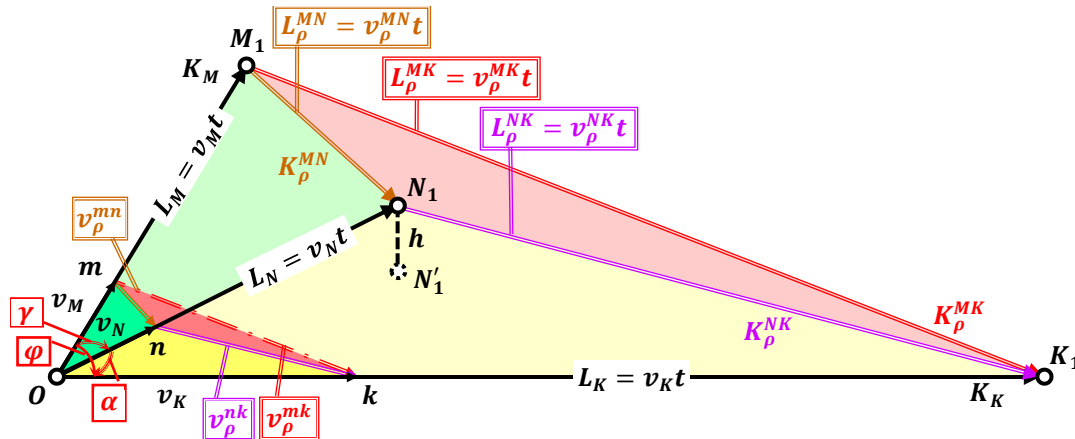


Рисунок 2. Движение системы трех материальных точек из точки O

Количественной мерой объема и его изменения в результате движения этих точек являются расстояния, которые при равномерном

прямолинейном движении точек характеризуется системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} L_k &= v_k t; \\ L_m &= v_m t; \\ L_n &= v_n t. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Отношение объемов путевой и скоростной пирамид дает куб времени:

$$\frac{V}{v_v} = \frac{\frac{1}{2} v_k v_m v_n t^3 \sin \varphi}{\frac{1}{2} v_k v_m v_n \sin \varphi} = t^3 \quad (5)$$

Ребра (4) пирамиды и ее объем V в (5) являются примером альтернативного представления трехмерного объема совокупностью одномерных моделей и единой многомерной моделью.

Важнейшим свойством времени, вытекающим из формул (3) и (5), является то, что интервал времени не зависит от мерности движения (объемного, площадного или линейного). Одномерное время компенсирует мерность пространства своей степенью.

В результате движения с линейными скоростями две материальные точки образуют треугольник, три материальные точки, не принадлежащие одной плоскости, образуют треугольную пирамиду, четыре материальные точки, не принадлежащие одной плоскости, образуют – четырехугольную пирамиду и т.д. Линейные скорости материальных точек по всем направлениям следует принять одинаковыми,

поскольку речь идет об одном и том же объекте, например, о фронте световой волны.

Примем в качестве этого объекта волну светового потока и будем рассматривать его распространение по всем направлениям в соответствующих пространствах, образуемых многомерной ортогональной системой ортов: в одномерном – на отрезке, в двумерном – в круге, в трехмерном – в трехмерной сфере, в n -мерном – в n -мерной сфере.

Свет, излучаемый природными источниками, распространяется с линейной скоростью во всех направлениях так, что фронтальная волна совпадает с поверхностью скоростной n -мерной сферы, объемное расширение которой происходит с объемной скоростью. Для одномерного пространства объемная скорость света совпадает с линейной $c_1 = \frac{L}{t} \left[\frac{M}{C} \right]$, для двумерного пространства размерность времени становится квадратичной

$$c_2 = \frac{S}{t^2} \left[\frac{M^2}{c^2} \right], \text{ для трехмерного - кубической}$$

$$c_3 = \frac{V}{t^3} \left[\frac{M^3}{c^3} \right], \text{ для } n\text{-мерного - } n\text{-мерной } c_n = \frac{V_n}{t^n} \left[\frac{M^n}{c^n} \right].$$

Величина объемной скорости света
трехмерном евклидовом пространстве

$$c_3 = \frac{V_3}{t^3} = \frac{4\pi(V_1 t)^3}{3t^3} = \frac{4\pi V_1^3}{3} = \frac{4\pi \cdot 299792458000^3}{3} \approx 1.13 \cdot 10^{33} \frac{M^3}{c^3} \quad (6)$$

Что важно: это значение объемной скорости света в трехмерном евклидовом пространстве может претендовать на роль одной из основных величин в независимой системе образующих констант [3, с. 28].

Это можно показать следующим образом. В планковской системе единиц вычислим планковскую объемную скорость как отношение планковского объема к планковскому времени:

$$C_3^* = \frac{V_3^*}{T^{*3}} = \frac{4\pi L^{*3}}{3T^{*3}} = \frac{4\pi \cdot (1.616 \cdot 10^{-33})^3}{3 \cdot (5.391 \cdot 10^{-44})^3} \approx 1.13 \cdot 10^{33} \frac{M^3}{c^3} \quad (7)$$

Результат точно совпадает с (6), то есть значение объемной скорости света в трехмерном евклидовом пространстве безусловно может

претендовать на роль одной из основных величин в планковской группе образующих констант [3, с. 30; 4, с. 600]:

$$\left. \begin{aligned} L^* &: \left[\sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \right] = 1.6 \cdot 10^{-33} \text{ см}; \\ T^* &: \left[\sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}} \right] = 5.3 \cdot 10^{-44} \text{ с}; \\ M^* &: \left[\sqrt{\frac{\hbar c}{G}} \right] = 2.1 \cdot 10^{-5} \text{ г}. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Возникает вопрос: для чего нужно расширять список констант путем включения в него объемной скорости, разве линейной скорости недостаточно? Ответ состоит в том, что, при сплошном заполнении пространства материей объемная скорость характеризует скорость изменения массы этой материи. Что касается использования линейной скорости света, то на основании вывода в [2] о том, что при неограниченном увеличении размерности пространства весь его объем сосредоточивается на внешней границе – сфере, следует заключение о неограниченном росте объемной скорости при любых линейных скоростях. Действительно, последовательность коэффициентов в формулах объема многомерной сферы для первых членов бесконечного ряда 1 (длина одномерной линии), π (площадь двумерного круга), $\frac{4\pi}{3}$ (объем трехмерной сферы)

свидетельствует об их неограниченном росте, что, в соответствии, например, с (6), обуславливает аналогичное неограниченное увеличение многомерной объемной скорости.

Физический мир не сводится к классической физике. Дополнение ньютоновской системы длины L , времени T и массы M планковской системой

единиц обусловило необходимость «квантовой теории», позволяющей описывать поведение системы в терминах средних значений соответствующих величин. Более того, последующие заключения теории приводили к выводу о наилучшем соответствии планковской системы n -мерному ($n > 3$) пространству-времени [4, с. 755-761].

Квантовая теория (в частности, квантовая теория поля) часто имеет дело с линейными преобразованиями бесконечномерных пространств, причем здесь бесконечномерность понимается в аспекте актуальной бесконечности, то есть как случай конечной очень большой размерности [4, с. 238].

Квантовая механика явила изменение соотношения между теоретическим описанием и наблюдаемым явлением, объясняя характеристик этих моделей на естественном с привлечением идеи «ненаблюдаемости». Среди квантовых «наблюдаемых» имеются физические величины, которым не отвечают никакие классические наблюдаемые [3, с. 41]. Теория «умствует» без привлечения «очевидности».

Образ вещественного четырехмерного Мира в будущей теории может оказаться чем-то вроде

квазиклассического приближения к бесконечномерному комплексному квантовому Миру. Именно такими свойствами обладает планковская система констант.

В целом, статья содержит краткое введение в физико-математическое представление и философское осмысление фрагмента теории многомерных пространств, с выводом о том, что планковская система констант может быть дополнена планковской объемной скоростью.

Список литературы

1. Витко А.В. Комплементарность. Физика, математика, философия: монография. – СПб: 2019. – 160 с.
2. Витко А.В. Объемные свойства многомерных объектов. – Ежемесячный международный научный журнал «Интерактивная наука». Выпуск 8 (42). – 8 с.
3. Манин Ю. И. Математика и физика. – М.: «Знание», 1979. – 64 с.
4. Пенроуз Р. Путь к реальности, или законы, управляющие вселенной: полный путеводитель. Пер. с англ. А.Р. Логунова и Э.М. Эпштейна – Москва-Ижевск: 2007. – 911 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ТЕПЛООБМЕНОМ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ КРАНКА-НИКОЛСОНА

Лобаев Александр Николаевич

кандидат физико-математических наук,
доцент

Вдовин Сергей Иванович

кандидат технических наук,
доцент

Харитоновна Ирина Юрьевна

кандидат технических наук,
доцент

Богословская Надежда Матвеевна

кандидат технических наук,
доцент

Дзержинский политехнический институт НГТУ
г. Дзержинск

INVESTIGATION OF THE HEAT EQUATION WITH HEAT EXCHANGE AT THE BORDER BY THE CRANK-NICOLSON METHOD

Lobayev A. N.

candidate of physical and mathematical sciences,
Associate Professor,

Vdovin S. I.

candidate of technical sciences,
Associate Professor

Kharitonova I. Yu.

candidate of technical sciences,
Associate Professor

Bogoslovskaya Nadezhda Matveevna

candidate of technical sciences,
Associate Professor

Dzerzhinsk Polytechnical Institute of NSTU
c. Dzerzhinsk

Аннотация

Рассматривается одномерное уравнение теплопроводности при наличии теплообменом на поверхности. Показано, что для численного решения можно использовать метод Кранка-Николсона, при этом погрешность аппроксимации разностной схемы остается прежней, а сходимость только усиливается. Погрешность аппроксимации во внутренних точках области равномерно стремится к нулю, но при приближении к границе достаточно быстро осциллирует, что связано с неточностью аппроксимации по координате второй производной.

Abstract

The heat conduction equation with heat transfer on the boundary is considered. It is shown that a six-point difference scheme of the Crank-Nicholson method can be used for the numerical solution. The aim of the work was to modify the Crank-Nicholson scheme so that it could be applied to the original heat conduction equation, and to study its inaccuracy and convergence. The study of the convergence of the scheme differences was carried

out directly by the computer and illustrated in the graphs. The question of the stability of a difference scheme was studied by the method of harmonics.

Ключевые слова: Математическая модель, уравнения параболического типа, уравнение теплопроводности, теплообмен на границе, смешанная задача, численные методы, шести точечная разностная схема, погрешность аппроксимации, устойчивость разностной схемы.

Keywords: Mathematical model, parabolic equation, heat equation, boundary heat transfer, mixed problem, numerical methods, six-point difference scheme, approximation error, stability of a difference scheme.

В современных физических экспериментах электрические измерения можно проводить с такой точностью, что становится возможным применять малые разности температур и устранять ошибки, вызываемые зависимостью электропроводности и теплопроводности от температуры. Кроме того при рассмотрении отношения коэффициентов электро- и теплопроводности (отношение Видемана-Франца [1]) желательно, чтобы обе эти величины определились в одном и том же эксперименте.

Физические модели этих экспериментов приводят к изучению процесса переноса тепла в длинном тонком стержне по которому течет электрический ток. Стержень при этом предполагается настолько тонким, что температуру во всех точках поперечного сечения можно считать одинаковой.

Математическая модель этой задачи сводится, таким образом, к задаче линейного теплового потока, в которой температура определяется временем и расстоянием x измераемым вдоль стержня.

Предположим, что стержень имеет постоянную площадь поперечного сечения S , периметр сечения P , коэффициент теплопроводности λ , плотность вещества ρ , удельную теплоемкость c и коэффициент теплообмена H . Пусть стержень расположен вдоль оси x и рассмотрим элемент объема, ограниченный сечениями, проходящими через x и $x + \Delta x$ перпендикулярно оси стержня.

Количество тепла, поступающее в этот элемент в единицу времени через сечение проходящее через точку x , равно

$$-\lambda \frac{\partial u}{\partial x} S,$$

где u – температура в точке x в момент времени t .

Количество тепла, уходящее в единицу времени через сечение $x + dx$ равно

$$\left(-\lambda \frac{\partial u}{\partial x} - \lambda \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) S.$$

Приращение количества тепла в элементе объема в единицу времени, обусловленное потоком тепла через оба сечения равно

$$S \lambda \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} dx.$$

Количество тепла, теряемое в единицу времени вследствие теплообмена на боковой поверхности элемента объема со средой, равно

$$H(u - \theta) P dx,$$

где θ – температура окружающей среды.

Количество тепла, выделяемое на длине dx током I , будет равно

$$\frac{I^2}{s \delta_0} dx (1 + \alpha u),$$

где δ_0 – электропроводность при нулевой температуре, а $\alpha = 1/273$ – числовой коэффициент.

Полный прирост количества тепла в единицу времени в элементе объема равен

$$S dx \rho c \frac{\partial u}{\partial t}.$$

Таким образом, получим уравнение [2]

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\lambda}{c \rho} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{H P}{c \rho S} (u - \theta) + \frac{I^2}{c \rho S^2 \delta_0} (1 + \alpha u). \quad (1)$$

Будем считать температуру на краях стержня постоянной и равной $u(0, t) = T_1$, $u(l, t) = T_2$. Начальное распределение температуры в стержне $u(x, 0)$ задается функцией $\phi(x)$, которая удовлетворяет условиям согласованности $\phi(0) = T_1$, $\phi(l) = T_2$.

Будем измерять температуру стержня в единицах $\theta = \frac{l^2 I_0}{\lambda \delta_0 S^2}$, где l – длина стержня. Ток измеряем в единицах I_0 , а $I = I_0 \cdot I_{st}$ – безразмерная величина силы тока (I_0 – величина силы тока в амперах).

В результате получим уравнение

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \mu(u - \frac{\theta}{\beta}) + (1 + \beta u)I^2 = \frac{\partial u}{\partial t}, \tag{2}$$

где $\mu = \frac{H \nu c \rho l^2}{\lambda S}$, $\beta = \frac{1}{273} \frac{l^2 I_0}{\lambda \delta_0 S^2}$.

Делая простейшие алгебраические преобразования, получим следующую смешанную задачу

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + bu + a = \frac{\partial u}{\partial t} & t > 0, 0 < x < l \end{cases} \tag{3.1}$$

$$\begin{cases} u(0, t) = \frac{T_1}{\theta} \end{cases} \tag{3.2}$$

$$\begin{cases} u(l, t) = \frac{T_2}{\theta} \end{cases} \tag{3.3}$$

$$\begin{cases} u(x, 0) = \phi(x). \end{cases} \tag{3.4}$$

Здесь $b = \beta I_{st}^2 - \mu$, $a = \frac{\mu \theta}{\beta} + I_{st}^2$.

Следует отметить, что величина a всегда неотрицательна, а величина b может принимать значения из трех интервалов: $b = 0$, $b < 0$, $b > 0$.

На практике чаще всего встречается $b < 0$. Именно этот случай нас будет интересовать.

Данная смешанная задача имеет точное решение, причем, если функция $\phi(x)$ имеет достаточно простой вид, например, если

$$\phi(x) = x \frac{T_2}{\theta} + (1 - x) \frac{T_1}{\theta} \quad 0 \leq x \leq 1, \tag{4}$$

то все интегралы вычисляются до конца и получаем

$$U(x, t) = \frac{\left(\frac{T_2}{\theta} + \frac{a}{b}\right) g(x) + \left(\frac{T_1}{\theta} + \frac{a}{b}\right) g(1-x)}{g(1)} - \frac{a}{b} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} e^{-[(n\pi)^2 - b]t} f(x) \cdot \left\{ \left[(-1)^n \frac{T_2}{\theta} - \frac{T_1}{\theta} \right] b + a [(-1)^n - 1] \right\}, \tag{5}$$

где $g(x) = sh(\sqrt{-b} \cdot x)$, $f(x) = \frac{sin(n\pi x)}{(n\pi)^3 - b \cdot (n\pi)}$, учитывая, что $b < 0$.

Смешанную задачу (3.1) – (3.4) также можно решать методом конечных разностей.

Существует много различных вариантов построения разностных аппроксимаций уравнения параболического типа.

$$a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial u}{\partial t}, \quad a^2 = \frac{\lambda}{c\rho} \tag{6}$$

Чаще всего используется шести точечная разностная схема Кранка-Николсона [3]. Существенным отличием уравнения (3.1) от классического уравнения (6), является присутствие в уравнении (3.1) линейного слагаемого bu .

Наша цель модифицировать схему Кранка-Николсона так, чтобы ее можно было применять для уравнения (3.1) и исследовать ее погрешность и сходимость.

Для построения разностной схемы введем сетку в области изменения независимых

переменных и зададим шаблон, то есть множество точек сетки участвующих в аппроксимации дифференциального выражения (3.1). Введем сетку по переменному x

$$\Omega_h = \{ x_k = kh, k = 0, 1, 2, \dots, N, Nh = 1 \}$$

и сетку по переменному t

$$\omega_\tau = \{ t_i = i\tau, i = 0, 1, 2, \dots, M, M\tau = T \}.$$

Точки (x_k, t_i) , $k = 0, 1, 2, \dots, N$; $i = 0, 1, 2, \dots, M$ образуют узлы пространственно-временной сетки

$$\Omega_{h,\tau} = \Omega_h \times \omega_\tau \text{ (см. рис. 1).}$$

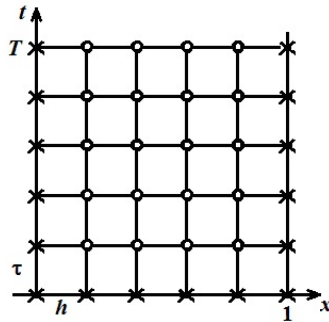


Рис. 1. Пространственно-временная сетка

Узлы (x_k, t_i) , принадлежащие отрезкам

$$L_0 = \{0 \leq x \leq 1, t = 0\}, L_1 = \{x = 0, 0 \leq t \leq T\}, L_2 = \{x = 1, 0 \leq t \leq T\}$$

назовем граничными узлами сетки $\Omega_{h,\tau}$, а остальные узлы – внутренними. На рис. 1 граничные узлы обозначены крестиками, а внутренние кружочками.

Слоем будем называть множество всех узлов сетки $\Omega_{h,\tau}$, имеющих одну и ту же координату. Так i -м слоем называется множество узлов

$$(x_0, t_i), (x_1, t_i), (x_2, t_i) \dots (x_N, t_i) \quad (7)$$

Для того чтобы аппроксимировать уравнение (3.1) в точке $(x_k, t_i + \frac{\tau}{2})$, которая находится между слоями $(x_0, t_{i+1}) \dots (x_N, t_{i+1})$ и $(x_0, t_i) \dots (x_N, t_i)$ введем шаблон изображенный на рис. 2 и состоящий из шести узлов

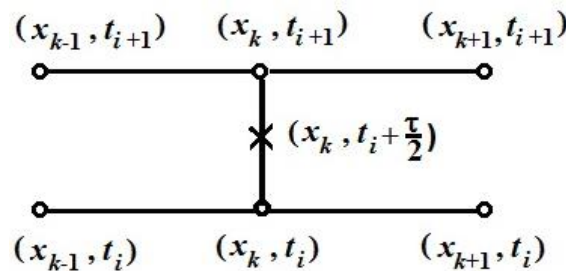


Рис. 2. Шаблон схемы Кранка-Николсона

Для функции $y(x, t)$, являющейся численным аналогом функции $u(x, t)$ и определенной на сетке $\Omega_{h,\tau}$, введем обозначения:

$$\begin{aligned} y_k^i &= y(x_k, t_i); \\ y_t(x_k, t_i + \frac{\tau}{2}) &= \frac{y_k^{i+1} - y_k^i}{\tau}; \\ y_{xx}(x_k, t_i + \frac{\tau}{2}) &= \frac{1}{2h^2} (y_{k-1}^{i+1} - 2y_k^{i+1} + y_{k+1}^{i+1} + y_{k-1}^i - 2y_k^i + y_{k+1}^i) \\ u(x_k, t_i + \frac{\tau}{2}) &= \frac{1}{2} (y_k^{i+1} + y_k^i). \end{aligned} \quad (8)$$

Подставив эти формулы в уравнение (3.1) – (3.1) во всех внутренних узлах сетки и (3.4), получим совокупность разностных уравнений дополнительные (начальные и граничные) условия аппроксимирующих дифференциальное уравнение – в граничных узлах сетки.

$$\begin{aligned} \frac{y_k^{i+1} - y_k^i}{\tau} &= \frac{1}{2h^2} [y_{k-1}^{i+1} - 2y_k^{i+1} + y_{k+1}^{i+1} + y_{k-1}^i - 2y_k^i + y_{k+1}^i] + \frac{b}{2} [y_k^{i+1} + y_k^i] + a, \\ \text{где } k &= 1, 2, \dots, N-1; i = 0, 1, \dots, M-1; h \times N = 1, M \times \tau = T; \\ y_0^i &= \frac{T_1}{\theta}, y_N^i = \frac{T_2}{\theta}, i = 0, 1, \dots, M; \\ y_k^0 &= \phi(x_k), k = 0, 1, 2, \dots, N. \end{aligned} \quad (9)$$

Совокупность разностных уравнений в литературе обычно называют разностной схемой или разностной задачей.

Введем обозначения:

$$\begin{cases} y_0^{i+1} = \frac{T_1}{\theta} \\ \gamma \cdot y_{k-1}^{i+1} + (-\varphi - 1) \cdot y_k^{i+1} + \gamma \cdot y_{k+1}^{i+1} = -\gamma \cdot y_{k-1}^i + (\varphi - 1) \cdot y_k^i - \gamma \cdot y_{k+1}^i - \tau \cdot a \\ y_N^{i+1} = \frac{T_2}{\theta} \end{cases} \quad (10)$$

где $k = 1, 2, \dots, N - 1, i = 0, 1, \dots, M - 1$.

Находить решение этой системы следует по слоям. Решение на нулевом слое задано начальными условиями $y_k^0 = \varphi(x_k), k = 0, 1, 2, \dots, N$.

Если решение $y_k^i, i = 0, \dots, M$ на i -ом слое известно, то решение y_k^{i+1} на $i+1$ -ом слое можно найти из решения системы (10). Матрица этой системы имеет трёхдиагональный вид, а ее определитель всегда отличен от нуля.

$\gamma = \frac{\tau}{2h^2}, \varphi = 2\gamma - \frac{\tau b}{2}$.
Разностная схема представляет собой систему линейных алгебраических уравнений с числом уравнений, равным числу неизвестных:

Следовательно, система всегда имеет единственное решение.

Точное решение разностной схемы (9) отличается от точного решения смешанной задачи (3.1 – 3.4), (5) на величину $z_k^i = y_k^i - u(x_i, t_i)$, которая называется погрешностью разностной схемы [3].

Подставляя $y_k^i = u(x_i, t_i) + z_k^i$ в (9), получим уравнение для погрешности:

$$\begin{aligned} \frac{z_k^{i+1} - z_k^i}{\tau} = \frac{1}{2h^2} [z_{k-1}^{i+1} - 2z_k^{i+1} + z_{k+1}^{i+1} + z_{k-1}^i - 2z_k^i + z_{k+1}^i] + \\ + \frac{b}{2} [z_k^{i+1} + z_k^i] + \psi_k^i, \end{aligned} \quad (11)$$

где ψ_k^i погрешность аппроксимации разностной схемы (9) на решении задачи (3.1 – 3.4). Погрешность ψ_k^i определяется функцией

$$\begin{aligned} \psi_k^i = -\frac{u_k^{i+1} - u_k^i}{\tau} + \frac{1}{2h^2} [u_{k-1}^{i+1} - 2u_k^{i+1} + u_{k+1}^{i+1} + u_{k-1}^i - 2u_k^i + u_{k+1}^i] + \\ + \frac{b}{2} [u_k^{i+1} + u_k^i] + a. \end{aligned} \quad (12)$$

Оценим ψ_k^i , раскладывая правую часть (12) в ряд Тейлора в окрестности точки $(x_k, t_i + \frac{\tau}{2})$ по степеням h и τ . В результате получим

$$\psi_k^i = \frac{\tau^2}{12} \frac{\partial^3 u}{\partial t^3} + \frac{h^2}{24} \frac{\partial^4 u}{\partial x^4}, \quad (13)$$

где производные вычисляются в точке $(x_k, t_i + \frac{\tau}{2})$.

Формула (13) показывает, что погрешность аппроксимации ψ_k^i для уравнения (3.1) имеет такой же вид как и для классического уравнения теплопроводности без теплообмена на поверхности [3].

Зависимость ψ_k^i от h и τ можно прояснить также, подставляя точное решение (5) в формулу (12).

Графики $\psi_k^i(\tau), h = \text{const}$ и $\psi_k^i(h), \tau = \text{const}$ (рис. 3), как легко можно заметить, имеют вид парабол.

Рассмотрим вопрос устойчивости разностной схемы (9). Будем это делать методом гармоник [3], который достаточно часто применяется для исследования разностных схем с постоянными коэффициентами. Хотя данный метод не является достаточно обоснованным, так как не учитывает влияние граничных условий, он позволяет легко находить необходимые условия устойчивости и сходимости разностных схем.

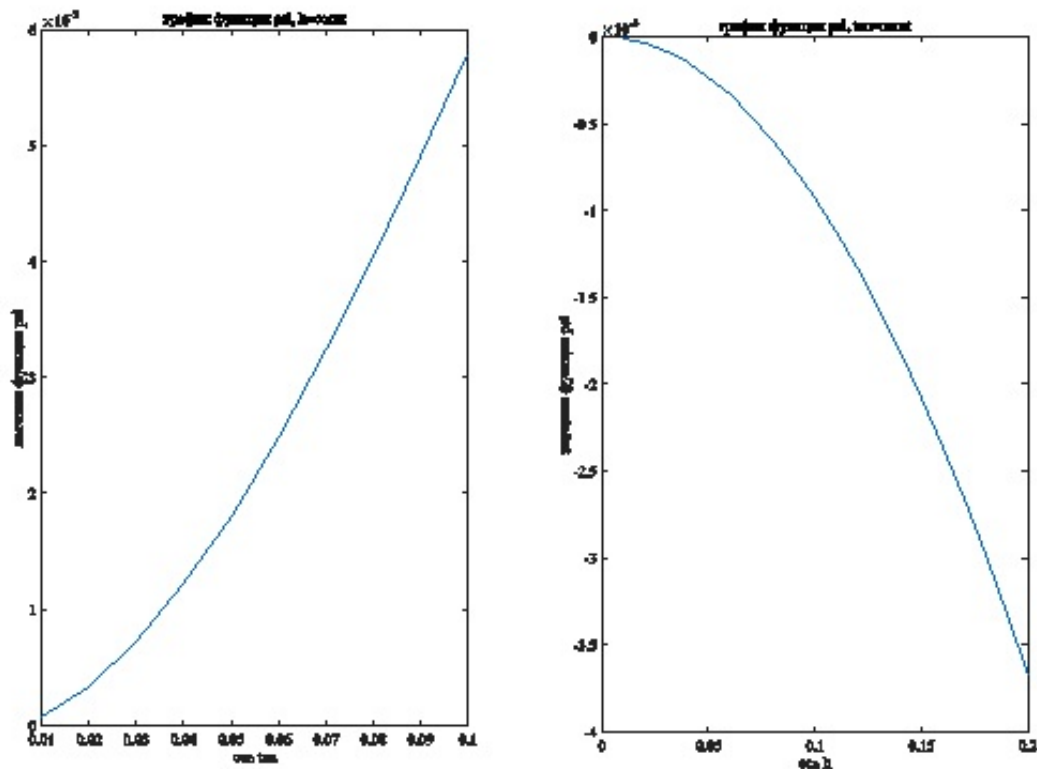


Рис. 3. График функции $\psi(\tau, h)$ для $h = \text{const}$ и $\psi(\tau, h)$ для $\tau = \text{const}$

Будем искать частные решения уравнения (9) в виде

$$y_k^n = q^n \cdot e^{ikh \cdot \alpha}, \quad (14)$$

где $i^2 = -1$, α – любое число и q – число, подлежащее определению.

Подставляя y_k^n в уравнение (9) при $a = 0$ получим

$$q - 1 = 2\gamma(q + 1)(\cos(h\alpha) - 1) + \frac{b}{2}(q + 1)(q + 1). \quad (15)$$

Разрешая это уравнение относительно q , получим

$$q = \frac{1 + \frac{b}{2} - 4\gamma \sin^2 \frac{h\alpha}{2}}{1 - \frac{b}{2} + 4\gamma \sin^2 \frac{h\alpha}{2}}, \quad b < 0. \quad (16)$$

Видно, что при всех значениях α величина $q < 1$ и наличие $b < 0$ только усиливает это неравенство, по отношению к классическому уравнению теплопроводности ($b = 0$). Для того чтобы исследовать сходимость разностной схемы (9), надо оценить решение z_k^i уравнения (11) через правую часть ψ_k^i и показать, что схема (9) сходится со вторым порядком по h и τ . Мы поступим проще, будем напрямую вычислять погрешность $z_k^i = y_k^i - u(x_k, t_i)$, используя формулу (5) и решая систему (10) с помощью пакета MathLab.

По результатам расчетов можно сделать вывод, что z_k^i при уменьшении шага по времени равномерно стремится к нулю. Это говорит о том, что решение разностной схемы (9) сходится к точному решению краевой задачи.

При уменьшении шагов по координате и времени z_k^i во внутренних точках равномерно

стремится к нулю, а вблизи граничных точек достаточно сильно возрастает. Это связано, по-видимому, с неточностью аппроксимации второй производной в неявной схеме Кранка-Николсона в приграничных точках.

Из проведенного исследования следует, что задачу (3.1 – 3.4) можно сразу решать численно используя схему Кранка-Николсона, не преобразуя уравнение (3.1) стандартными методами к классическому уравнению теплопроводности.

Список литературы

1. Абрикосов А. А. Основы теории металлов.- М.: Наука, 1987.-С. 32
2. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. М.: Наука, 1964.-С.154-156.
3. Самарский А. А., Гулин А. В. Численные методы математической физики.- М.: Научный мир, 2003.-С 43-52.

ISSN 2413-5291

НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ УЧЕНЫХ (НАУ)

Ежемесячный научный журнал

№48 / 2019

3 часть

Ответственный редактор – д.ф-м.н. Филесин Т.А.
Секретарь конференции – д.ю.н. Аракелян Л.Т
Редакционная коллегия
Березин Л.С.
Гордиенко С.В.
Дочев Д.Т.
Ильинский В.И.
Киварова В.М.
Миронина Т.С.
Невский А.А.
Опарина В.П.
Оленин К.А.
Параска Б.Д.
Рыжков Л.П.
Симоненко Д.К.
Тимофеев В.Г.
Трошев А.Е.

Ответственный редактор

д.ф-м.н. Филесин Т.А. (Российская Федерация)

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

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции: 620144, г. Екатеринбург, улица Народной Воли, 2, оф. 44

Адрес электронной почты: info@national-science.ru

Адрес веб-сайта: <http://national-science.ru/>

Учредитель и издатель Национальная ассоциация ученых (НАУ) Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии 620144, г. Екатеринбург,
улица Народной Воли, 2, оф. 4