ISSN 2413-5291

НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ УЧЕНЫХ (НАУ)
DOI: 10.31618/NAS.2413-5291.2020.3.52

Ежемесячный научный журнал №52 / 2020 3 часть

Редакционный совет

Ответственный редактор – д.ю.н.Чукмаев А.И.
Секретарь конференции – к.ф.н. Варкумова Е.Е.
Редакционная коллегия
Сорновская Н.А.
Кажемаев А.В.
Каверин В.В.
Каримов П.Б.
Свистун А.А.
Селиктарова К.Н.
Артафонов В.Б.
Самиров А.И.
Семипалов С.А.
Новицкая О.С.

Ответственный редактор

Чукмаев Александр Иванович

Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права.

(Астана, Казахстан)

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 Общество с ограниченной ответственностью

"Евразийское Научное Содружество"

Тираж 1000 экз.

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

Редакционный совет

Ответственный редактор – д.ю.н.Чукмаев А.И.
Секретарь конференции – к.ф.н. Варкумова Е.Е.
Редакционная коллегия
Сорновская Н.А.
Кажемаев А.В.
Каверин В.В.
Каримов П.Б.
Свистун А.А.
Селиктарова К.Н.
Артафонов В.Б.
Самиров А.И.
Семипалов С.А.
Новицкая О.С.

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

Дмитриева О.С., Аржанкова Ю.В., Половинцева Т.М., Козловская А.Ю., Щербакова Н.А.
ВЛИЯНИЕ ФУЛЬВИОКИСЛОТЫ НА МАССУ ТЕЛА И ГЛАЗ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ 4

Saparov A.D., Mirabdullayev I.M.
THE GENUS *KERATELLA* BORY DE ST. VINCENT, 1822 (ROTIFERA) IN UZBEKISTAN (CENTRAL ASIA) 7

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Воскресенская Д.Л., Воронин Д.Н., Малышкина А.И., Сотникова Н.Ю.
ВЛИЯНИЕ РЕТИНОЕВОЙ КИСЛОТЫ (ATRA) НА МИОМАТОЗНЫЙ УЗЕЛ 11

Зюкина З.В., Кршеминская И.В., Гитинов Ш.А.
ПОРАЖЕНИЕ НИЖНИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ, ВЫЗВАННОЕ ГРИППОМ А, У КИСЛОРОДОЗАВИСИМОГО РЕБЕНКА С БРОНХОЛЕГОЧНОЙ ДИСПЛАЗИЕЙ 14

Чуков С.З., Хуртуев А.Ж., Айрапетов Г.А.
РЕЗУЛЬТАТЫ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КОСТНО-ХРЯЩЕВЫХ ФРАГМЕНТОВ МЕДИАЛЬНОГО МЫЩЕЛКА БЕДРЕННОЙ КОСТИ ОВЦЫ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТРАВМАТИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ 16

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Дмитриева Т.О.
ПОРЯДОК, УСЛОВИЯ И СПЕЦИФИКА ПРОВЕДЕНИЯ БОНИТИРОВКИ ПЛЕМЕННЫХ ОВЕЦ КАТУМСКОЙ ПОРОДЫ 21

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Кирюшин О.В., Асылов М.А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНДАРТНЫХ ЯЗЫКОВ И СРЕД ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ «ПРОДВИНУТЫХ» СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ 25

Тойбаев К.Д., Закеров М.С.
ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕНОСТИ 28

Krasnov V.V., Minnebaev V.M., Redka An.V.
THE RESEARCH OF LOW-NOISE GaN HEMT OF CRYOGENIC TEMPERATURES 32

Пассар И.Е.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИЗНЕС-МОДЕЛИ ПАССАЖИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ КОМПАНИИ 36

Украинец В.Н., Гирнис С.Р., Булыга Л.Л.
РЕАКЦИЯ УПРУГОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА НА ДВИЖУЩУЮСЯ В ТРЕХСЛОЙНОЙ ОБОЛОЧКЕ ПЕРИОДИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ 40

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Воронин А.В., Сынбулатов И.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ «CHEMMETR1.0» ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕТОДИК ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА 45

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Быковский А.А.
ПРОФЕССИИ БУДУЩЕГО В ОБЛАСТИ СИСТЕМ РЕЗОНАНСНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ 50

Уваров В.М., Громова Е.С., Хохлов Г.Г.
К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СТЕПЕНИ ЧЕРНОТЫ ТЕЛА 53

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 636.52/.58:591.3/4

ВЛИЯНИЕ ФУЛЬВИОКИСЛОТЫ НА МАССУ ТЕЛА И ГЛАЗ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Оксана Сергеевна Дмитриева
к.вет.н., ст. преподаватель
Юлия Владимировна Аржанкова
д.биол. н., доцент
Половинцева Татьяна Михайловна
к.биол.н., ст. преподаватель
Козловская Анна Юрьевна
к.биол.н., доцент
Надежда Александровна Щербакова
к.биол.н., доцент

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, г. Великие Луки

THE EFFECT OF FULVIC ACID ON THE BODY WEIGHT AND EYES OF BROILER CHICKENS IN POSTNATAL ONTOGENESIS

Dmitrieva, O.,
Arzhankova, Yu.,
Polovintseva T.

Резюме

В статье рассматривается воздействие препарата на массу тела и глаз цыплят-бройлеров в постнатальном онтогенезе. Сельское хозяйство является одной из основных отраслей промышленности любой страны. Независимо от почвенно-климатических условий даже самые развитые индустриальные страны вкладывают очень большие средства в развитие отечественной экономики. В современных реалиях сельскохозяйственная отрасль постепенно выходит из затяжного экономического и финансового кризиса. В последние годы сельскохозяйственный сектор штата претерпел большие изменения, и в результате этот сектор экономики является приоритетным.

Самая простая форма разработки зрительного анализатора - это начало реакции на свет. Анатомические особенности зрительного анализатора птицы указывают на то, что зрение играет важную роль в их жизни.

Был проведен опыт по применению различных форм сапропеля в кормлении, а также изучено влияние препарата фульвиокислоты Biosap Pover в питьевую воду разных концентраций при выращивании цыплят-бройлеров. Исследование оказало положительное влияние на массу тела цыплят-бройлеров кросса Hubbard.

В период выращивания (5 дней) все группы получали одинаковую базовую диету - комбикорм с полным кормом (ПК-5), предназначенный для молодых птиц в возрасте до 30 дней.

Подопытную птицу кормили комбикормами до 14 дней 4 раза в день, с 15 дней до убоя - 3 раза в день.

В течение выращивания бройлеры в зависимости от возраста получали следующие корма: 0-30 дней - ПК-5, 31-40 дней - ПК-6.

Summary

The article discusses the effect of the drug on the body weight and eyes of broiler chickens in postnatal ontogenesis. Today, poultry farming is the most dynamic sector of the entire agro-industrial complex. Increasing agricultural production is one of the most important tasks of the national economy. To successfully complete this task, it is necessary to improve the organization of cultivation, develop on-farm and inter-farm specialization, and introduce intensive production methods.

The simplest form of development of a visual analyzer is the beginning of a reaction to light. The anatomical features of the bird’s visual analyzer indicate that vision plays an important role in their life.

An experiment was carried out on the use of various forms of sapropel in feeding, and the effect of the Biosap Pover fulvic acid preparation in drinking water of various concentrations when growing broiler chickens was studied. The study had a positive effect on the body weight of Hubbard cross broiler chickens.

During the growing period (5 days), all groups received the same basic diet - compound feed with full feed (PK-5), intended for young birds under the age of 30 days.

The experimental bird was fed with compound feed up to 14 days 4 times a day, from 15 days before slaughter - 3 times a day.

During growing broilers, depending on age, received the following feed: 0-30 days - PK-5, 31-40 days - PK-6.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормление, зрительный анализатор, фульвиокислота.

Key words: broiler chickens, feeding, visual analyzer, fulvic acids.

Введение

В результате исследований, проведенных на сельскохозяйственных птицах, было выявлено, что рациональное и сбалансированное кормление является наиболее важным фактором повышения их продуктивности. В связи с этим представляет большой интерес использование в процессе выращивания более доступных кормовых добавок, которые по своей биологической ценности близки к традиционным и могут увеличить производство. Мы использовали эффект фульвокислоты в качестве одной из этих добавок [3,4,5,6].

Фульвиокилота - это комбинация минералов с фульво / гуминовой кислотой. Гуминовые вещества образуются в результате разложения растительных и животных остатков под действием микроорганизмов и абиотических факторов окружающей среды. Фульвокислота реагирует с минералами и расщепляет их на мельчайшие частицы - ионы, которые являются самой маленькой формой жизни. Ионы легко проникают через клеточные мембраны. И поэтому растения, растворенные в фульвокислоте, питаются растениями, поглощая их из почвы. После этого вместе с пищей такие минералы попадают в наш организм и усваиваются на 98%. Это лучший способ доставлять минералы, питательные вещества и солнечную энергию к клеткам тела.

Актуальность проблемы.

Анализ литературных данных показывает, что видовые особенности морфологии и гистологии органа зрения сельскохозяйственных птиц не изучены, многие вопросы по этой теме до сих пор остаются на уровне накопления реальных материалов [1,2].

Таким образом, научное направление, которое мы выбрали для изучения сравнительных морфофункциональных характеристик органа зрения у сельскохозяйственных птиц, сегодня является достаточно перспективным и вполне обоснованным. [7,8,9].

Материал и методы исследований.

Опыт проводился в условиях вивария кафедры «Зоотехния и технология переработки продукции животноводства» ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия». Из суточных цыплят (n = 120) были сформированы 4 группы - однородные по живой массе - по принципу аналогов - контрольная и три экспериментальные. Условия содержания всех групп одинаковы. Плотность посадки, кормление, параметры поения, микроклимата соответствовали гигиеническим требованиям и рекомендациям по выращиванию кросса Хаббарда.

В период выравнивания (5 дней) все группы получали одинаковую базовую диету - комбикорм с полным кормом (ПК-5), предназначенный для молодых птиц в возрасте до 30 дней.

Подопытную птицу кормили комбикормами до 14 дней 4 раза в день, с 15 дней до убоя - 3 раза в день.

В течение отчетного периода контрольная группа продолжала получать основной рацион в соответствии с возрастом, а подопытные группы получали дополнительно 2-6% препарата фульвокислоты в питьевой воде. Привыкание к препарату осуществлялось постепенно, увеличивая его подачу и доводя до нормы в течение 5 дней. Дозировка препарата была установлена на основании рекомендаций BIOSAP Technologies и ПДК по химическому составу препарата.

В вышеуказанной концентрации препарат был экологически чистым и по химическому составу во всех отношениях не превышал ПДК в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

На основании этих исследований были извлечены глаза кур доя изучения массы тела и глаз.

Обработка экспериментальных данных проведена в программе Microsoft Excel с оценкой достоверности по Стъюденту.

Целью нашего исследования в данной статье было изучение массы тела и массы глаз цыплят-бройлеров при использовании фульвокислоты.

Результаты исследований и их обсуждения.

Результаты исследований представлены в таблице 1 и рисунках 1,2

Таблица 1

Изменение массы тела и глаз цыплят-бройлеров в постнатальном онтогенезе

Воз. (сут.)	Группа	Масса тела, кг	Масса глаза, г	Относительная масса глаза (%)
40	Оп ытная1	2,570±0,06	2,20±0,06	85,49±3,65*
40	Опытная 2	2,640±0,06	2,10±0,03	76,06±0,12*
40	Опытная 3	2,520±0,6	2,13±0,06	83,18±0,17*
40	Контрольная	2,500±0,5	1,90±0,06	80,55±0,29*

Примечание: * – достоверная разница (P<0,05)

Наибольшая масса тела выявлена в опытных группах 1 и 2 они превзошли опытную группу 3 и контрольную группу. Где и показали достоверную разницу. Однако, период активного роста глазных яблок, показало в опытной группе 1 и 2, немного уступает опытная группа 3. Достоверную разницу показало в трех группах.

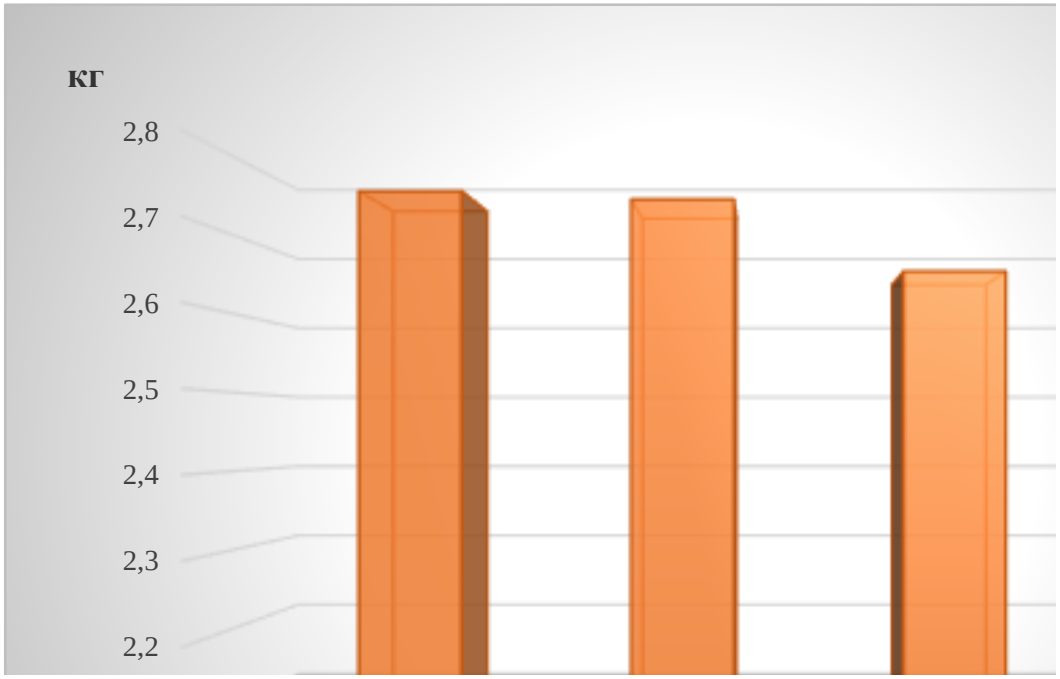

Рисунок 1 – Масса тела, кг

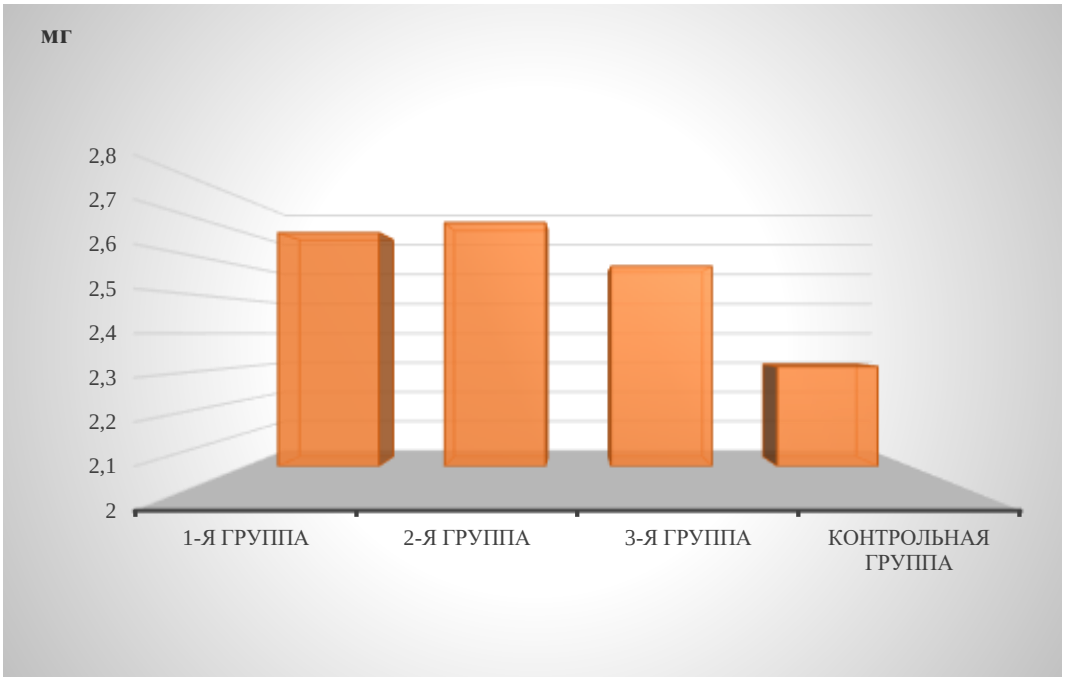

Рисунок 2 - Масса глазного яблока, мг

Известно, что препарат фульвиокислоты содержит значительное количество естественных биохимических веществ, антиоксидантов, питательных веществ, ферментов, гормонов, аминокислот.

В целом следует отметить, что добавление препарата фульвиокислоты BioSap Fulvic Power компании BioSap Technologies в питьевую воду при выращивании цыплят-бройлеров оказало положительное влияние на массу тела. Практически не повлияла на массу глаз, в дальнейших наших исследований будем изучать сетчатку глаза.

Библиографический список

1. Дмитриева О. С. Влияние рибофлавина на зрительный анализатор эмбрионов кур в антенатальном онтогенезе /О. С. Дмитриева // Известия Великолукской ГСХА. – 2017. -№ 3 – С.17-22

2. Дмитриева О. С. Влияние рибофлавина на массу тела и глаз эмбрионов кур в антенатальном онтогенезе/О. С. Дмитриева // Известия Великолукской ГСХА. – 2017. -№ 3 – С.17-22

3. Дмитриева О.С., Сулейманов Ф.И., Половинцева Т.М., Шутенков А.Г. Гистологические изменения глазного яблока эмбрионов кур за первую неделю антенатального развития / О.С. Дмитриева, Ф.И. Сулейманов, Т.М. Половинцева, А.Г. Шутенков // Научно-производственный журнал «Иппология и ветеринария» №2 (20) 2017. – С.49-55.

4. Дмитриева О.С., Сулейманов Ф.И., Половинцева Т.М. Гистологические изменения в сетчатке глаза куриного эмбриона на второй и третьей неделе антенатального развития / О.С. Дмитриева, Ф.И. Сулейманов, Т.М. Половинцева // Научно-производственный журнал «Иппология и ветеринария» №1 (27) 2018. – С.70-75.

5. Аржанкова Ю.В. Живая масса цыплят-бройлеров при использовании в рационе разных форм сапропеля / Ю.В. Аржанкова, Е.В. Лосякова, С.А. Попова // Молочнохозяйственный вестник. – 2107. - №1(25).-С.8-16

6. Кочиш И.И. Птицеводство / И.И. Кочиш, М.Г. Петраш, С.Б. Смирнов. – М.: КолосС, 2004. – 407 с.

7. Мысик А.Т. О развитии животноводства в СССР, РСФСР, Российской Федерации и странах мира / А.Т. Мысик // Зоотехния. – 2013. – №1. – С.2-6.

8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – М., 2003. – 456 с.

THE GENUS *KERATELLA* BORY DE ST. VINCENT, 1822 (ROTIFERA) IN UZBEKISTAN (CENTRAL ASIA)

Saparov Abdurakhman Danabaevich
candidate of biological sciences, dean
Nukus State Pedagogical Institute, Nukus
Mirabdullayev Iskandar Mirbatirovich
doctor of biological sciences, professor
Tashkent State Agrarian University, Tashkent

РОД *KERATELLA* BORY DE ST. VINCENT, 1822 (ROTIFERA) В УЗБЕКИСТАНЕ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ)

Сапаров Абдурахман Данабаевич
кандидат биологических наук, декан
Нукусский государственный педагогический институт, г. Нукус
Мирабдуллаев Искандар Мирбатирович
доктор биологических наук, профессор
Ташкентский государственный аграрный университет, г. Ташкент

Abstract

Five species of the genus *Keratella* have been recorded in Uzbekistan: *K. cochlearis, K. procurva, K. tropica, K. valga, K. quadrata.* Data on morphology and distribution of the species are given. A key to species is proposed.

Аннотация

Пять видов рода *Keratella* отмечены в водоемах Узбекистана: *K. cochlearis, K. procurva, K. tropica, K. valga, K. quadrata.* Приведены сведения об их строении и распространении. Предложен ключ для определения этих видов.

Keywords: Rotifera, *Keratella,* morphology, distribution, key to species, Uzbekistan.

Ключевые слова: коловратки, *Keratella,* строение, распространение, определительный ключ, Узбекистан.

Introduction

Keratella is a common and ubiquitous genus *Keratella*. According to Segers and De Smet [10] there are 53 known taxa in the genus *Keratella*. However, real number may be significantly more, because recent molecular studies show that many (probably most or even all) species of Rotifera are in fact cryptic species complexes (i.e. distinct species that are morphologically difficult to distinguish). It was shown for *Brachionus calyciflorus* [4], *Brachionus plicatilis* [7], *Keratella cochlearis* [1] and many other rotifers. It is highly likely that such cryptic diversity is far more common than thought in rotifers [10].

In her monography on Rotifera Monogononta of the USSR L.A. Kutikova [6] listed three species of the genus *Keratella* in Central Asia: *K. cochlearis* (Gosse, 1851), *K. tropica* (Apstein, 1907), *K. paludosa* (Lucks, 1912). In this paper we present data on morphology and distribution of the species recorded in Uzbekistan and propose key for their determination (table 1).

Material and methods

Material was collected using conical a planktonic net from all regions of Uzbekistan and all types of waterbodies (lakes, reservoirs, ponds, rice fields, pools etc.) during 1980-2018. Also zooplankton collections of the National University of Uzbekistan, the Bukhara

State University, the Fergana State University, and the the Karakalpak Research Institute of Natural Sciences (Nukus) have been studied.

All drawings have been made by using a drawing tube.

Results

Five species of the genus *Keratella* have been recorded in Uzbekistan: *K. cochlearis* (Gosse, 1851), *K. procurva* (Thorpe, 1881), *K. tropica* (Apstein, 1907), *K. valga* (Ehrenberg, 1834), *K. quadrata* (O.F. Müller, 1786).

***Keratella cochlearis* (Gosse, 1851)**

(Fig. 1 a, b)

Morphology. The lorica is similar to a spoon, with a convex dorsal and almost flat ventral side. From the anterior facet of the dorsal plate goes back the middle crest. Facets are covered with mesh or dots. In Uzbekistan 2 forms: *K. cochlearis cochlearis* (Gosse, 1851) and *K. cochlearis tecta* (Gosse, 1851) (without posterior spine). Length of lorica 100-150 µm.

Distribution. Cosmopolitan species [10] inhabiting in Uzbekistan different waterbodies (ponds, lakes, reservoirs, ricefields).

***Keratella procurva* (Thorpe, 1881)**

(Fig. 1 c, d)

Morphology. Morphology is typical for *Keratella procurva procurva* (Thorpe, 1881). The anterior margin of the lorica with 6 spines, of which 2 are two central longer lateral and intermediate, and bent on the abdominal side. The dorsal side of the lorica with a longitudinal row of 4 median facets, the last of which is pentagonal in shape and ends with a middle rib. Facets are covered with dots like the front third of the ventral surface of the lorica. The posterior margin of the lorica bears 2 lateral spines. The left spine in Bukhara population may be significantly shorter than the right or completely absent. Length of lorica (L) = 80-110 µm. Width of anterior margin of lorica 0.80-0.90 times as long as maximal width (W) of lorica (x = 0.85). L / W = 1.35-1.60 (x = 1.45). Length of right posterior spine 0.22-0.43 (x = 0.29) times as long as lorica.

Unlike the original description, the individuals from Uzbekistan were not really ”procurva” i.e. their lorica’s ventral side was so heavy concave.

Distribution. Tropicopolitan species [10] reported from Australia [5], Spain [2], South America, India [11], Malaysia [3], etc. In Uzbekistan this species was recorded in fishponds of Kashkadarya and Bukhara Provinces [8]. It is apparently the northernmost records of *K. procurva.*

***Keratella valga* (Ehrenberg, 1834)**

(Fig. 1 e)

Morphology. Lorica quadrangular, on the sides usually swollen. Задний край панциря с 2 неравными шипами – левый шип короче правого, иногда отсутствует, реже шипов нет вообще. The posterior margin of the lorica with 2 unequal spines – the left spine is shorter than the right, sometimes absent, rarely spines absent at all. Length of lorica 180-210 µm.

Distribution. Cosmopolitan species [10], more usual in small waterbodies (ponds, small lakes) in northern region of Uzbekistan (Karakalpakstan).

***Keratella tropica* (Apstein, 1907)**

(Fig. 1 f)

Morphology. The lorica is elongated, at the back narrowed, ahead extended. A dorsal plate with a longitudinal row of 5 median facets. The posterior edge facet is small and almost rectangular. Posterior with 2 lateral uneven length spines or only with 1 right spine. Length of lorica 180-220 µm.

Distribution. Cosmopolitan warm-water species [10], more usual in small waterbodies in southern and central provinces of Uzbekistan.

***Keratella quadrata* (O.F. Müller, 1786)**

(Fig. 1 g)

Morphology. Lorica almost quadrangular, from the sides usually flat, less often slightly swollen. The posterior margin with 2 usually quite long and diverging to the sides spines. The spines are usually of equal length. Length of lorica 280-320 µm.

Distribution. Cosmopolitan cold water species [10]. In Uzbekistan in ponds and lakes, freshwater and brackish, usually at cold time.

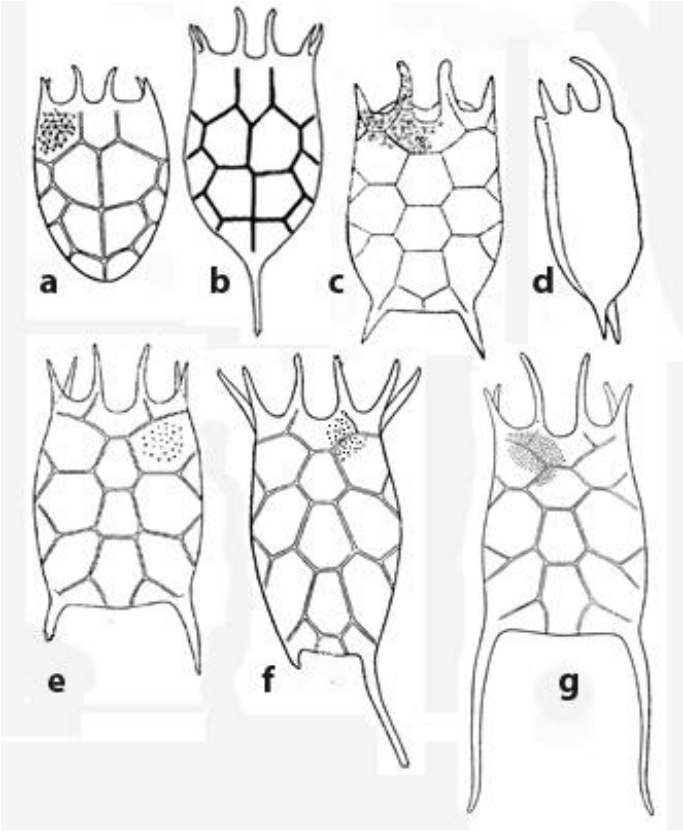

Fig. 1. Keratella spp. from Uzbekistan. a, b: K. cochlearis; c, d: K. procurva; e: K. valga; f: K. tropica; g: K. quadrata

Table 1.

Table for determination of species of the genus *Keratella* of the fauna of Uzbekistan

	Characters	Species
1	Dorsal plate of lorica with 2 central medial facets divided by medial ridge; posterior margin of lorica with 1 medial spine or without it	*K. cochlearis*
–	Central medial facets of dorsal plate of lorica are not divided by medial ridge; posterior margin of lorica with 1-2 lateral spines	2
2	Posterior margin of lorica with 2 medial facets divided by longitudinal medial ridge	*K. procurva*
	Posterior margin of lorica with 1 medial facet limited by 2 lateral ridges	3
3	Dorsal plate of lorica with medial row of 4 hexagonal facets; posterior edge of lorica with 1-2 usually the same length spines	4
–	Dorsal plate of lorica with medial row of 5 facets; last facet small, quadrangular; posterior margin of lorica with 1-2 unequal length spines	*K. tropica*
4	Lorica almost square; its lateral sides usually even	*K. quadrata*
–	Lorica elongated-rectangular, its lateral sides usually swollen	*K. valga*

Conclusion

Five species of the genus *Keratella* have been observed in the fauna of Uzbekistan. However, the use of more thorough morphological (primarily ultrastructural) and especially molecular methods can reveal greater diversity.

References

Cieplinski A., Weisse T., Obertegger U. High diversity in Keratella cochlearis (Rotifera, Monogononta): morphological and genetic evidence // Hydrobiologia 2017. V. 796.

De Manuel J. Contribution to the knowledge of the rotifer fauna (Rotifera: Monogononta) from Minorcan inland waters (Balearic Isles: Spain) // Limnetica. 1990. V. 6.

Fernando C.H., Zankai N.P. The Rotifera of Malaysia and Singapore with remarks on some species // Hydrobiologia. 1981. V. 78.

Gilbert J.J., Walsh E.J. Brachionus calyciflorus is a species complex: mating behavior and genetic differentiation among four geographically isolated strains // Hydrobiologia. 2005. V. 546.

Koste W., Shiel R.J. Rotifera from Australian Inland waters II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta) // Invertebrate Taxonomy. 1987. V. 7.

Kutikova, L.A. Kolovratki fauny SSSR [Rotifera of the fauna of the USSR]. Nauka: Leningrad, 1970 (in Russian).

Mills S., Alcantara-Rodrıguez A.J., Ciros-Perez J. et al. Fifteen species in one: deciphering the Brachionus plicatilis species complex (Rotifera, Monogononta) through DNA taxonomy // Hydrobiologia. V. 2017. V. 796.

Mirabdullaev I.M., Zahidova F.S. Keratella procurva (Thorpe, 1881) Berzins, 1953 – novy dl'a fauny SSSR tropichesky vid kolovratok [Keratella procurva (Thorpe, 1881) Berzins, 1953 – a tropical species of rotifera new for the fauna of the USSR] // Doklady Akademii Nauk Uzbek. SSR. 1987. V. 11 (in Russian).

Saparov A.D., Mirabdullaev I.M. Kolovratki semeystva Brachionidae Ehrenberg, 1838 fauny Uzbekistana: rody Keratella, Platias, Plationus, Notholca, Anuraeopsis [Rotifera of the family Brachionidae Ehrenberg, 1838 of the fauna of Uzbekistan: genera Keratella, Platias, Plationus, Notholca, Anuraeopsis] // Science and Society (Nukus). 2019. N 2 (in Russian).

Seger H., De Smet W.H. Diversity and endemism in Rotifera: a review, and Keratella Bory de St Vincent // Biodivers. Conserv. 2008. V. 17.

Sharma B.K. Rotifers from West Bengal. III. Further studies on the Eurotatoria // Hydrobiologia. 1979. V. 64.

Thorpe V.G. New and foreign Rotifera // J. Roy. Microscop. Soc. 1891. V. 4.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

ВЛИЯНИЕ РЕТИНОЕВОЙ КИСЛОТЫ (ATRA) НА МИОМАТОЗНЫЙ УЗЕЛ

Воскресенская Дарья Леонидовна
аспирант лаборатории клинической иммунологии
ФГБУ «Ивановский научно-исследовательский институт материнства и детства им В.Н.Городкова» МЗ РФ,
Россия, г. Иваново
Воронин Дмитрий Николаевич
К.б.н.,
старший научный сотрудник лаборатории клинической иммунологии
ФГБУ «Ивановский научно-исследовательский институт материнства и детства им В.Н.Городкова» МЗ РФ,
Россия, г. Иваново
Малышкина Анна Ивановна
Д.м.н, профессор, директор
ФГБУ «Ивановский научно-исследовательский институт материнства и детства им В.Н.Городкова» МЗ РФ,
Россия, г. Иваново
Сотникова Наталья Юрьевна
Д.м.н., профессор,
аведующая лабораторией клинической иммунологии
ФГБУ «Ивановский научно-исследовательский институт материнства и детства им В.Н.Городкова» МЗ РФ,
Россия, г. Иваново

THE EFFECT OF RETINOIC ACID (ATRA) ON THE MYOMATOUS NODE

Voskresenskaya Daria Leonidovna
graduate student of the laboratory of clinical immunology,
Federal State Institution "Ivanovo Research Institute of Maternity and Childhood named V.N. Gorodkova" the Ministry of Health of the Russian Federation,
Ivanovo
Voronin Dmitry Nicolaevich
candidate of biological sciences,
senior researcher of the laboratory of clinical immunology
Federal State Institution "Ivanovo Research Institute of Maternity and Childhood named V.N. Gorodkova" the Ministry of Health of the Russian Federation,
Ivanovo
Malyshkina Anna Ivanovna
doctor of medical sciences, Professor, Director
Federal State Institution "Ivanovo Research Institute of Maternity and Childhood named V.N. Gorodkova" the Ministry of Health of the Russian Federation,
Ivanovo
Sotnikova Natalia Yurevna
doctor of medical sciences,
Professor, head of the laboratory of clinical immunology
Federal State Institution "Ivanovo Research Institute of Maternity and Childhood named V.N. Gorodkova" the Ministry of Health of the Russian Federation,
Ivanovo

Аннотация

В статье рассматривается влияние ретиноевой кислоты (ATRA) на миоматозный узел. Целью работы было оценить влияние различных концентраций ATRA на синтез активина А и коллагена в культуре лейомиоцитов. Установлено, что ATRA $3*10^{-6}$ мг/мл подавляет синтез активина А и коллагена в культуре клеток миоматозного узла. Также было выявлено стимулирующее воздействие ATRA $3*10^{-8}$ мг/мл и ATRA $3*10^{-7}$ мг/мл на синтез коллагена в культуре лейомиоцитов.

Abstract

The article discusses the effect of retinoic acid (ATRA) on the myomatous node. The aim of the work was to evaluate the effect of various concentrations of ATRA on the synthesis of activin A and collagen in the culture of leiomyocytes. It was found that ATRA $3*10^{-6}$ mg / ml inhibits the synthesis of activin A and collagen in the cell

culture of the myomatous node. The stimulating effect of ATRA $3*10^{-8}$ mg / ml and ATRA $3*10^{-7}$ mg / ml on collagen synthesis in the culture of leiomyocytes was also revealed.

Ключевые слова: лейомиома матки, коллаген, активин А, ретиноевая кислота.

Key words: leiomyoma, collagen, activin A, retinoic acid.

Лейомиома матки самая распространенная доброкачественная опухоль женских половых органов [7]. В современных условиях отмечается тенденция к увеличению встречаемости этого заболевания у женщин репродуктивного возраста, планирующих беременность. Быстрый рост миоматозного узла, ведущий к появлению симптомов, ухудшающих качество жизни женщины, и упущенное время ведут к хирургическому вмешательству в объеме гистерэктомии. Поскольку радикальное оперативное вмешательство исключает возможность дальнейшего деторождения, необходимо искать новые методы консервативного лечения миомы матки. Согласно последним рекомендациям, одними из наиболее часто применяющихся классов препаратов, используемых в лечении миомы матки и чаще всего в качестве предоперационной подготовки, являются агонисты гонадотропин-рилизинг гормонов и селективные модуляторы рецепторов прогестерона [1]. Наличие побочных эффектов, а, в некоторых случаях, регресс лечебного эффекта после отмены препарата [12], приводит к поиску новых перспективных медикаментозных препаратов для терапии лейомиомы матки. Данную опухоль рассматривают как моноклональный гормоночувствительный пролиферат, состоящий преимущественно из фенотипически измененных гладкомышечных клеток и большого количества внеклеточного матрикса. Известны два механизма роста миоматозного узла: за счет усиленной клеточной пролиферации и за счет процессов фиброзирования. Одним из вариантов дегенеративных изменений, который сопровождается ростом узла, является накопление компонентов ЭЦМ. Активин А, член семейства трансформирующего фактора роста β (TGFβ), принимает непосредственное участие в регуляции фиброза в тканях [14]. По данным ряда исследований он принимает участие в пролиферации фибробластов, а также в синтезе компонентов ЭЦМ [3, 13]. Одним из новых негормональных препаратов, обладающих противоопухолевым действием, является ретиноевая кислота (ATRA) – метаболит витамина А, которая регулирует экспрессию различных генов в тканях [11]. Экспериментально установлено антипролиферативное действие ретиноевой кислоты на опухолевые клетки, в частности клетки лейомиомы [8]. Однако рост миоматозного узла связан не только с пролиферацией клеток, но и с активной продукцией компонентов ЭЦМ, поэтому представляет особый интерес изучение влияния ретиноевой кислоты на процессы фиброзирования.

Цель – оценить влияние различных концентраций ATRA над синтез активина А и коллагена в культуре клеток миоматозного узла.

Материалом исследования служили биоптаты миоматозных узлов от 11 пациенток репродуктивного возраста, которые подверглись оперативному вмешательству в объеме консервативной миомэктомии. Из биоптатов миоматозного узла ферментативным методом получали первичную культуру лейомиоцитов. Клетки инкубировали 24 часа в DMEM с 20% FBS при 37^0C в CO_2-инкубаторе. В последующем была проведена серия экспериментов, в которых культура лейомиоцитов обрабатывалась различными концентрациями ретиноевой кислоты: ATRA $3*10^{-8}$мг/мл, ATRA $3*10^{-7}$мг/мл и ATRA $3*10^{-6}$мг/мл. В качестве контрольного образца использовалась культура клеток, не обработанная ретиноевой кислотой. Из образцов культуры клеток выделяли тотальную РНК фенолхлороформным методом, переводили ее в кДНК с помощью коммерческого набора ферментов производства ООО «Фрактал Био» (Россия, г. Санкт-Петербург). Затем проводили количественную оценку уровня экспрессии мРНК COL1A1 и β-актина («гена домашнего хозяйства) методом обратно-транскрипционной количественной полимеразной цепной реакции (ОТ-ПЦР) в режиме реального времени на амплификаторе iCycler IQ (BIO-RAD, USA). В работе использовались наборы ферментов, праймеров и зондов производства ООО «Фрактал Био» (Россия, г. Санкт-Петербург). Все результаты по экспрессии изучаемых генов представлены как нормализованное относительно уровня экспрессии мРНК гена домашнего хозяйства (β-актина) количество копий пар специфического гена $*10^3$/мкл. При статистической обработке результатов была проведена оценка нормальности распределения данных в выборках с использованием критерия Колмогорова-Смирнова и Лиллифорса. Было установлено, что распределение в выборках отличалось от нормального, поэтому при расчете достоверности различий в группах использовали непараметрический критерий Манна-Уитни, Вилкоксона. Все полученные данные представлены в виде медианы, 25% и 75% перцентилей. Различия в группах оценивались как статистически достоверными при уровне значимости $p<0,05$.

Все пациентки находились в репродуктивном возрасте, который соответствовал 32 [27-39] годам. Основными жалобами являлись синдром хронических тазовых болей и аномальные маточные кровотечения по типу обильных маточных кровотечений. Пациенткам было выполнено УЗИ органов малого таза, во всех случаях диагностирована интрамурально-субсерозная лейомиома матки. Средний объем миоматозного узла составил 156,8 [85-214,3] $см^3$. При изучении влияния ATRA на синтез активина А в ткани миоматозного узла был выявлен

дозозависимый эффект: установлено, что ATRA $3*10^{-6}$ мг/мл максимально снижала синтез активина А по сравнению с контролем (p=0,046). Воздействие ATRA $3*10^{-8}$мг/мл и ATRA $3*10^{-7}$мг/мл на клетки миоматозного узла не только снижало синтез активина А, но и приводило к увеличению синтеза коллагена в ткани узла в отличии от концентрации ATRA $3*10^{-6}$мг/мл (p_1=0,03 и p_2=0,02). Проведенный анализ изучения влияния ATRA на синтез коллагена показал, что действие препарата на уровень экспрессии мРНК COL1A1 зависит от концентрации ретиноевой кислоты: ATRA в малых концентрациях стимулирует синтез коллагена, тогда как под действием больших концентраций ретиноевой кислоты мы видим подавление уровня экспрессии мРНКCOL1A1 (таблица).

Таблица

Влияние различных концентраций ATRA на синтез активинаА и коллагена в культуре клеток миоматозного узла

Показатель, копий пар*10^3 Me (C25-C75)	Контроль	ATRA $3*10^{-8}$ мг/мл	ATRA $3*10^{-7}$ мг/мл	ATRA $3*10^{-6}$ мг/мл
Активин А	16923,1 (0-173033,7)	7610,26 (2,3-54016,4)	5771,14 (226,5-38840,6)	0,54 (0-10403,2) p=0,046
COL1A1	2,6 (0,0-21775,15)	10,2 (1,4-31826,1)	204,0 (0-32649,0)	0,0 (0-2,3) p_1=0,03 p_2=0,02

Примечание: p – различия статистически значимы между эффектом воздействия ATRA$3*10^{-6}$ мг/мл и контролем, p_1 – различия статистически значимы между эффектом воздействия ATRA$3*10^{-8}$ мг/мл и ATRA$3*10^{-6}$ мг/мл, p_2 - различия статистически значимы между эффектом воздействия ATRA$3*10^{-7}$ мг/мл и ATRA$3*10^{-6}$ мг/мл.

Ретиноиды принимают участие в регулировании процессов роста и дифференцировки различных клеток организма. Известно, что ретиноевая кислота оказывает свое действие, связываясь с ядерными рецепторами ретиноевой кислоты, так называемыми RARs [9]. Механизмы влияния на регуляцию синтеза компонентов ЭЦМ под влиянием ATRA обсуждаются до сих пор. Ранее, экспериментально было установлено, что в культуре клеток под действием ATRA снижался синтез коллагена 1 типа [6]. Позднее, группой авторов было показано, что в гладкомышечных клетках под действием ATRA происходит реорганизация компонентов ЭЦМ, а синтез коллагена снижался при действии ATRA в больших концентрациях. Полученный эффект они связывали с токсичностью ретиноевой кислоты и, как следствие, гибелью клеток [5]. Возможно, разнонаправленный эффект воздействия различных концентраций ATRA на синтез коллагена в ткани миоматозного узла обусловлен активацией MAPK сигнального пути, с последующим подавлением пролиферативной активности клеток и одновременным усилением синтеза коллагена [4, 2].

Список литературы

Миома матки: диагностика, лечение и реабилитация. Клинические рекомендации по ведению больных / под ред. Л. В. Адамян [и др.]. – М.: Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова, 2015. – 100 с.

Activation of Rac1 and p38 Mitogen-activated protein kinase pathway in response to all-*trans*-retinoic acid /Alasyed Y., Uddin S., Mahmud N., Lekmine F., Kalvakolanu D. V., Minucci S. [et al.] // Journal of Biological Chemistry. – 2001. – Vol. 276. – P. 4012–4019.

Activin A is a potent activator of renal interstitial fibroblasts / S. Yamashita, A. Maeshima, I. Kojima, Y. Nojima // J. Am. Soc. Nephrol. – 2004. – Vol. 15. – P. 91–101.

All-*trans* retinoic acid prevents radiation- or bleomycin-induced pulmonary fibrosis / Tabata C., Kadokawa Y., Tabata R., Takashi M., Okoshi K., Sakai Y. [et al.] // American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. – 2006. – Vol. 174. – P. 1352–1360.

All-trans retinoic acid regulates proliferation, migration, differentiation, and extracellular matrix turnover of human arterial smooth muscle cells / Axel D. I., Frigge A., Dittman J., Runge H., Spyridopoulos I., Riessen R. [et al.] // Cardiovascular Research. – 2001. – Vol. 49. – P. 851–862.

Boettger-Tong H., Shipley G., Hsu C. J., Stancel G. M. Cultured human uterine smooth muscle cells are retinoid responsive // Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. – 1997. – Vol. 215. – P. 59–65.

Duhan N. Current and emerging treatments for uterine myoma – an update / Int J Womens Health. – 2011. – Vol. 3. – P. 231–241.

Malik M., Webb J., Catherino W. H. Retinoic acid treatment of human leiomyoma cells transformed the cell phenotype to one strongly resembling myometrial cells / Clin Endocrinol (Oxf). – 2008. – Vol. 69, № 3. – P. 462–470.

Retinoic acid receptors: from molecular mechanisms to cancer therapy / di Masi A., Leboffe L., De Marinis E., Pagano F., Cicconi L., Rochette-Egly C. // Mol Aspects Med. – 2015. – Vol. 41. – P. 1–115.

Retinoic Acid Signaling Pathways in Development and Diseases / Bhaskar C. D., Thapa P.,

Karki R., Das S., Mahapatra S., Liu T. C. [et al.] // Bioorg Med Chem. – 2014. – Vol. 22, № 2. – P. 673–683.

Siddikuzzaman G., Guruvayoorappan C., Berlin Grace V. M. All trans retinoic acid and cancer // Immunopharmacol Immunotoxicol. – 2011. – Vol. 33, № 2. – P. 241–249.

The place of selective progesterone receptor modulators in myoma therapy / Donnez J., Donnez O., Courtoy G. E., Dolmans M. M. // Minerva Ginecol. – 2016. – Vol. 68. – P. 313–320.

Transcriptional regulation of plasminogen activator inhibitor-1 by transforming growth factor-beta, activin A and microphthalmia-associated transcription factor / Murakami M., Ikeda T., Saito T., Ogawa K., Nishino Y., Nakaya K., Funaba M. // Cell. Signal. – 2006. – Vol.18. – P. 256–265.

Walton K. L., Johnson K. E., Harrison C. A. Targeting TGF-β Mediated SMAD Signaling for the Prevention of Fibrosis // Front Pharmacol. – 2017. – № 8. – P. 461.

ПОРАЖЕНИЕ НИЖНИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ, ВЫЗВАННОЕ ГРИППОМ А, У КИСЛОРОДОЗАВИСИМОГО РЕБЕНКА С БРОНХОЛЕГОЧНОЙ ДИСПЛАЗИЕЙ

Зюкина Зоя Викторовна
студентка
Российский университет дружбы народов
г. Москва
Кршеминская Ирина Владимировна
ассистент кафедры педиатрии
Российский университет дружбы народов
г. Москва
Гитинов Шамиль Абдулвахидович
ассистент кафедры педиатрии
Российский университет дружбы народов
г. Москва

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.3.52.150

LOWER RESPIRATORY TRACT LESION CAUSED BY INFLUENZA A IN AN OXYGEN-DEPENDENT CHILD WITH BRONCHOPULMONARY DYSPLASIA

Zyukina Zoya Viktorovna
Student
People's Friendship University of Russia
Russia, Moscow
Krsheminskaya Irina Vladimirovna
assistant of the Department of Pediatrics
People's Friendship University of Russia
Russia, Moscow
Gitinov Shamil Abdulgamidovich
assistant of the Department of Pediatrics
People's Friendship University of Russia
Russia, Moscow

Аннотация

Актуальность исследования обусловлена тем, что бронхолегочная дисплазия (далее БЛД) – самое частое хроническое заболевание легких у детей до 3-х лет. Частота БЛД у детей с очень низкой массой тела при рождении – 18 - 76%. Младенцы с БЛД чаще регоспитализируются в течение первого года жизни, особенно в связи с респираторными инфекциями, которые занимают 1-е место в структуре заболеваемости у детей до 14 лет. Основная причина повторных госпитализаций детей с БЛД – респираторные инфекции, обусловленные респираторно-синцитиальным вирусом и вирусом гриппа. 63% детей с БЛД повторно госпитализируются в связи с респираторными заболеваниями, одним из факторов риска повторных госпитализаций является домашняя кислородотерапия (частота госпитализации в связи с респираторными инфекциями в этой группе детей – 58%, у детей, кому не требуется домашняя кислородотерапия – 18%).

Abstract

The relevance of the study is due to the fact that bronchopulmonary dysplasia (bpd) is the most common chronic lung disease in children under 3 years of age. The frequency of BPD in children with very low birth weight is 18-76%. Infants with BPD are more likely to be rehospitalized during the first year of life, especially in connection with respiratory infections, which occupy the 1st place in the structure of morbidity in children under 14 years of age. The main reason for repeated hospitalizations of children with BPD is respiratory infections caused by the respiratory syncytial virus and the flu virus. 63% of children with BPD are re-admitted due to respiratory diseases, one of the risk factors for re-hospitalizations is home oxygen therapy (the frequency of hospitalization

due to respiratory infections in this group of children is 58%, in children who do not require home oxygen therapy – 18%).

Ключевые слова: бронхолегочная дисплазия; респираторные инфекции; вирус гриппа; кислородотерапия.

Keywords: bronchopulmonary dysplasia; respiratory infections; the flu virus; supportive care.

Цель статьи: показать тяжесть вызванного вирусом гриппа А поражения нижних дыхательных путей у кислородозависимого ребенка грудного возраста с бронхолегочной дисплазией.

Ведущими материалами и методами изучения данной проблемы является анализ истории болезни пациента с 9 месяцев.

Результаты взяты из анамнеза:

– Недоношенный мальчик (дата рождение18.12.17) от 1-х оперативных родов путем кесарева сечения на сроке 30-31 неделя.

– При рождении по Апгар 5/6 баллов, масса тела 1060 гр., рост 37 см (соответствует гестационному возрасту).

– Дыхательная недостаточность вследствие респираторного дистресс- синдрома.

– Диагностирована врожденная пневмония, синдром угнетения.

Находился в стационаре с 18.12.17 по 29.03.18 по поводу врожденной пневмонии; проводилась этиотропная терапия, искусственная вентиляция легких, далее – оксигенотерапия через назальные канюли. Диагностирована БЛД; получал бронхолитическую терапию, глюкокортикостероиды. С рождения – анемия, переливалась эритроцитарная масса, вводился эритропоэтин. Пневмония разрешилась, оставался кислородозависимым. Выписан, оксигенотерапия продолжена на дому.

11.04.18 отмечалось нарастание дыхательной недостаточности, субфебрилитет, кашель. Дома – контакт по ОРВИ. Госпитализирован в отделение интенсивной терапии в тяжелом состоянии с ДН III ст. (SpO_2 65-70%), переведен на ИВЛ. Аускультативно: дыхание ослаблено, крепитирующие хрипы с обеих сторон. В анализе крови при поступлении – нейтрофилез, моноцитоз, повышение С-РБ до 0,1 (норма до 0,005). Расценено как проявление вирусно-бактериальной инфекции, назначена антибактериальная терапия.

12.04.18 лабораторно подтвержден грипп А, назначен осельтамивир в возрастной дозе. Дважды проводилось переливание эритроцитарной массы (анемия тяжелой ст.). На фоне ИВЛ сохранялись эпизоды десатурации с цианозом, расценены пульмонологом как проявления легочной гипертензии, назначен силденафил в дозе 1,5-2 мг х 3 раза в сутки.

Изначально ребенок был выписан домой на кислородотерапии, но без легочной гипертензии, а ЛГ уже потом развилась на фоне поражения нижних дыхательных путей вирусом гриппа А.

На серии рентгенограмм органов грудной клетки – признаки интерстициальной эмфиземы, пневмофиброза (картина БЛД); подтверждается данными компьютерной томограммы.

На данных рентгенограммах уже видна положительная динамика.

На фоне терапии (противовирусной, антибактериальной, иммунотропной, ингаляционной, лечения ЛГ и оксигенотерапии) состояние улучшилось, SpO_2 93-98%, ИВЛ прекращена, кислородотерапия продолжена через назальные канюли.

10.05.18 переведен в состоянии средней тяжести в отделение пульмонологии.

31.05.18 с улучшением выписан домой, продолжена оксигено- (поток до 2 л/мин) и ингаляционная (беродуал, будесонид) терапия под контролем пульсоксиметрии. При осмотре на дому в динамике – потребность в кислороде прежняя, сохраняются свистящие и крепитирующие хрипы в легких, по данным ЭХОКГ – давление в легочной артерии в норме.

Заключение.

– Вирусные инфекции с поражением нижних дыхательных путей у детей с БЛД могут провоцировать развитие легочной гипертензии, что усугубляет кислородозависимость.

– «Своевременная профилактика респираторных инфекций (соблюдение неспецифических мер профилактики, вакцинация от гриппа родственников и детей с 6 месяцев, пассивная иммунизация от РСВ - инфекции) позволит избежать повторных госпитализаций и развития осложнений» [3, с. 149].

Литература:

1. Богданова А. В., Бойцова Е. В., Картавова Е. А. Система оказания помощи детям с БЛД на различных этапах ведения больных. // Метод. Рекомендации. СПб. – 2000. – 26 с.

2. Овсянников Д. Ю. Бронхолегочная дисплазия / Медицинская газета. – 2011. - № 11. – С.8 – 9.

3. Овсянников Д. Ю. Бронхолегочная дисплазия: естественное развитие, исходы и контроль / Педиатрия. – 2011. - № 1. – С. 141 – 150.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КОСТНО-ХРЯЩЕВЫХ ФРАГМЕНТОВ МЕДИАЛЬНОГО МЫЩЕЛКА БЕДРЕННОЙ КОСТИ ОВЦЫ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТРАВМАТИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ.

Оригинальное исследование.

Чуков Сергей Залимович
доктор медицинских наук, профессор
Ставропольский Государственный Медицинский Университет
г. Ставрополь
Хуртуев Алим Жагафарович
заочный аспирант
Ставропольский Государственный Медицинский Университет
г. Ставрополь
Айрапетов Георгий Александрович
кандидат медицинских наук, доцент
Ставропольский Государственный Медицинский Университет
г. Ставрополь

THE RESULTS OF A MORPHOLOGICAL STUDY OF BONE-CARTILAGE FRAGMENTS OF THE MEDIAL CONDYLE OF THE FEMUR OF A SHEEP DURING EXPERIMENTAL MODELING OF TRAUMATIC INJURY.

Original study.

Chukov Sergey Zalimovich
Doctor of Medical Sciences, Professor
Stavropol State Medical University
Stavropol
Hurtuev Alim Zhagafarovich
correspondence graduate student
Stavropol State Medical University
Stavropol
Ayrapetov Georgy Aleksandrovich
Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Stavropol State Medical University
Stavropol

Аннотация

Исследование посвящено процессам репаративной регенерации суставного хряща, субхондральной костной пластинки и субхондральной кости при экспериментальном моделировании травматического повреждения компонентов коленного сустава овец романовской породы, качественной их оценке.

Abstract

The study is devoted to the processes of reparative regeneration of articular cartilage, subchondral bone plate and subchondral bone during experimental modeling of traumatic damage to the components of the knee joint of Romanov sheep, their qualitative assessment.

Ключевые слова: репаративная регенерация, хрящ, дифференцировка, регенеративная медицина.

Key words: reparative regeneration, cartilage, differentiation, regenerative medicine.

Список сокращений СхКП – субхондральная костная пластинка КП – костная пластинка ГХ – гиалиновый хрящ

КХД – костно-хрящевой дефект СХ - суставной хрящ ХТ – хрящевая ткань КБ – костная балка

ГСХ – гиалиновый суставной хрящ

МП – межбалочные пространства ММ – межклеточный матрикс БЛ – базофильная линия

ГвСТ – грубоволокнистая соединительная ткань ГК – губчатая кость СТ – соединительная ткань

ГпХТ – гиалиновоподобная хрящевая ткань ГК – губчатая кость СхК – субхондральная кость

Цель исследования*:* Получить модель дефекта в нагружаемой зоне коленного сустава у экспериментального животного (овца), максимально соответствующего реальному при повреждениях и заболеваниях крупных суставов и дать морфологическую характеристику процессам репаративной регенерации суставного гиалинового хряща, субхондральной костной пластинки, субхондральной кости при экспериментальном повреждении медиального мыщелка бедренной кости овцы.

Введение: Деструктивно-дегенеративные изменения суставов имеют широкое распространение во всем мире [1, 2, 3]. Одной из наиболее часто встречающихся патологий является остеоартроз (деформирующий артроз, остеоартрит). *Остеоартроз - это наиболее распространенное заболевание лиц пожилого*

возраста. Основным проявлением этого заболевания является эрозия суставного хряща, которая развивается вследствие повреждения и резорбции внеклеточного матрикса, окружающего хондроциты. Распространенность остеоартроза в популяции [4, 5, 6](6,43%) коррелирует с возрастом и достигает максимальных показателей (13,9%) у лиц старше 45 лет, он составляет до 55% среди всех нозологических форм патологии суставов. В период 1990-2020 [7, 8] годов ожидается удвоение числа пациентов, страдающих дегенеративно-дистрофическими заболеваниями суставов в возрастной группе старше 50 лет. Важна социальная роль этих заболеваний: они приводят к потере трудоспособности и инвалидности, в основном из-за ограничения объема движений в суставах, у 20-30% заболевших. Одной из часто встречающихся причин развития подобных изменений является травма.

Материалы и методы: В работе использовали экспериментальных животных — овцы романовской породы, в количестве 16 особей, в возрасте от 2 до 3 лет, весом от 20 до 35 кг. Выбор овец в качестве экспериментальных животных для создания модели посттравматического остеоартроза обусловлен:

- *определенным соответствием условий эксперимента и условий возможного возникновения остеоартроза у человека, т.е. отсутствие адекватной амортизации ударных нагрузок суставно-связочным аппаратом конечностей овцы;*

- *приближенным к человеку анатомическим соотношением (вес - объем суставов) по сравнению с другими животными, что подтверждается рядом авторов [9].*

- *размер исследуемых образцов достаточен для проведения гистохомического анализа компонентов сустава.*

- *хондроциты поверхностного слоя хряща человека по своим свойствам очень близки хондроцитам хряща овцы [Павлова М.Н., 1979; Davies et al., 1962; Ghadially, Roy, 1969; Ruttner, Spycher, 1968; Silberberg, Hasler, 1968; Weiss et al., 1968; Zelander, 1959].*

- *Овцы не относятся к категории особей с высокоорганизованной центральной нервной системой (приматы, собаки, кошки, дельфины) и могут быть использованы в качестве экспериментальных животных на территории России [**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**].*

- *овцы хорошо переносят анестезиологическое пособие, хорошо адаптированы к климату средней полосы России, неприхотливы в пище.*

Методика проведения оперативных вмешательств.

Из оборудования использовали: операционный стол с ремнями для фиксации животного, стерильные простыни для ограничения области операции, стандартный хирургический набор, дополненный специальным инструментарием (фрезы, мини-кюретки), стерильный и нестерильный перевязочный материал. 12 – ти животным создавали дефект суставного хряща, СхКП, СхК диаметром 5мм на нагружаемой поверхности внутреннего мыщелка бедра.

Сформировали три экспериментальные группы по 4 особи, для трех исследуемых периода вывода животного из эксперимента через 1, 3, 6 месяцев. В последующем извлекали регенерировавший в разной степени КХД на соответствующую глубину, сустав промывали 0,9% р-ром NACI и послойно ушивали с восстановлением поврежденных анатомических образований. Для анестезии использовали внутривенный кетаминовый наркоз. Из наркоза овцы выходили через 30 минут после операции, а на следующий день стояли и осторожно ходили, слегка приступая на оперированную ногу. Послеоперационный период протекал без осложнений, раны заживали первичным натяжением.

Содержание и поведение овец после оперативного вмешательства. *Овец содержали в условиях вольера Ставропольского государственного аграрного университета. Всех овец обеспечивали соответствующим полноценным питанием с учетом времени года, двигательной активности и питательного состава кормов. Выдерживался режим дозированной двигательной активности — в течение нескольких часов в природных условиях. Животные вели себя естественно без выраженных признаков дискомфорта - ходили, прихрамывая на оперированную ногу, при этом на другую заднюю конечность, приходилась большая нагрузка. В последующие месяцы хромота уменьшилась.*

Данные вывода образцов из эксперимента. *Животные выводились из эксперимента живым путем выполнения артротомии и забора костно-хрящевого блока для морфологического исследования.*

Выделенные костно-хрящевые фрагменты исследовали визуально, оценивая характер краёв дефекта суставного хряща, состояние его кровенаполнения, глубину дефекта, степень закрытия дефекта формирующимся фиброзно-хрящевым слоем. Область дефекта СГХ, СхКП, СхК изучали морфологическими методами с использованием световой микроскопии.

Для гистологического исследования материал фиксировали 10% нейтральным забуференным формалином в течении 48 часов, затем костную ткань декальцинировали в растворе 12% азотной кислоты, обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации с

последующей заливкой в парафиновую среду “Histomix”. Полученные парафиновые блоки резали на ротационном микротоме (LEICA RM 2125 RTS) с получением срезов толщиной 2-4 мкм; для оценки общепатологических изменений окрашивали срезы гематоксилином и эозином, а также пикрофуксином по Ван Гизону.

Изучение материала проводили в световом микроскопе CARL ZEISS AXIO LAB 1 с цифровой фотокамерой Axiocam ERc5s (сенсор 1/2.5; разрешение 5 Мп) и блоком захвата, с использованием объективов х4, х10, х20, х40, х60.

Полнослойный дефект суставного хряща и субхондральной костной пластинки на нагружаемой части внутреннего мыщелка бедра. Вывод животного через один месяц после формирования дефекта.

Через месяц определяется дефект ткани, состоящий на 1/3-1/4 толщины сформированного дефекта с ровными гладкими краями, граница между новообразованной тканью и сохраненным ГСХ прослеживается четко.

Микроскопически на дне дефекта определяется тонкий, не сплошной слой новообразованного ГпСХ. По периферии дефекта ХТ значительно толще, нежели в дне, где толщина хряща составляет 1/3-1/4 толщины сформированного дефекта.

СхКП и частично КБ, прилежащие к дефекту не на всем протяжении дна дефекта сформированы, т.е. целостность СхКП восстановлена частично. Волокна СхКП утолщены, бесформенные, хаотично расположены, МВ в большом количестве, негомогенное, гипоцеллюлярное.

Губчатая кость в дне сформированного дефекта с признаками выраженного остеогенеза – КБ широкие, гиперклеточные с фибробластическим морфологическим типом клеток, хаотично ориентированы, межбалочные пространства узкие. На поверхности КБ, окруженных новой СТ, и в МП видны отложения остеоида —неминерализованной КТ; кроме того, в МП тут же под дефектом определяется большое количество волокнистой СТ.

При микроскопическом исследовании области КХД в месте разрушенной в результате травматического повреждения СхКП выявлено её заполнение грануляционной тканью с большим количеством тонкостенных сосудов капиллярного типа, выстланных одним слоем уплощенного эпителия; сосуды заполнены нелизированными эритроцитами, расположены в рыхлой волокнистой СТ с обширными очагами фибриноидных изменений, разволокнением коллагеновых структур, умеренной лимфо-плазмоцитарной инфильтрацией.

Области хондрогенеза определялись между грануляционной тканью и губчатой костью как островки ГпХТ с малым количеством хондроцитов зрелого типа в виде лакун по 1-2 клетки, а также многочисленными клетками хондробластического фенотипа; негомогенный ММ выявлялся в большом количестве.

БЛ негомогенная, тонкая, определялась не на всем протяжении границы между новообразованным ГХ и губчатой костью.

Таким образом, при гистологическом исследовании **полнослойного дефекта суставного хряща и СхКП на нагружаемой части внутреннего мыщелка бедра** через 1 месяц после формирования дефекта выявленные морфологические изменения представляли собой признаки неполной репаративной регенерации костной и ХТ, поэтому, дефект хряща сохраняется. Края хряща сглажены за счет уменьшения толщины хряща по краям дефекта. По краям сохранившегося хряща обнаруживаются бесклеточные участки, т.е., состоящие только из межклеточного матрикса. Область сочленения хрящей не может быть разделена на зоны, т.е. новообразованный ГпСХ несет в себе свойства незрелого.

Полнослойный дефект суставного хряща и субхондральной костной пластинки на нагружаемой части внутреннего мыщелка бедра. Вывод животного из эксперимента через три месяца после формирования дефекта.

Через три месяца после формирования дефекта обнаруживается дефект ткани, составляющий половину толщины оперативно сформированного дефекта с гладкими краями; между новообразованной тканью и сохраненным гиалиновым хрящем прослеживается четко, так как новообразованная ткань резко полнокровна.

Микроскопически на дне дефекта СХ определяется тонкий, не сплошной слой новообразованного ГХ. По периферии дефекта ХТ значительно большей толщины, нежели в ее дне, где толщина новообразованного хряща составляет 1/2 толщины сформированного дефекта.

Микроскопическое исследование выявило следующие изменения. КХД через три месяца после его формирования выполнен ГвСТ с большим количеством толстостенных сосудов, заполненных нелизированными эритроцитами, коллагеновые структуры разволокнены.

Между ГвСТ и ГК определяется СхКП, восстановленная не на всем протяжении, неравномерной толщины и имеет извилистую форму, с искривлением, обращенным к костной ткани. Волокна КП умеренной толщины, бесформенные, хаотично расположены, однако местами прослеживается продольная их ориентация.

КБ умеренной толщины, умеренно клеточные; межбалочные пространства, сообщающиеся с зоной дефекта, заполнены волокнистой СТ, однако отмечается некоторая резорбция ее, по сравнению с предыдущим временным промежутком эксперимента. Соотношение остеобласты/остеокласты, и, соответственно, процессы остеогенеза-остеолизиса в описанном фрагменте, примерно одинаковое.

Новообразованная ГпХТ, занимающая ½ толщи сформированного дефекта, с умеренным количеством молодых хондроцитов, негомогенным обильным ММ, однако по периферии под ГвСТ, преимущественно по краям сформированного дефекта, выявляется гиперклеточная ГпХТ с малым количеством негомогенного ММ.

Краевая зона границы неповрежденного ГХ и новообразованного ГпХТ - гиперклеточная, с большим количеством лакун, в составе которых

определяются от 2 до 4 клеток с морфологией молодых хондроцитов.

Между описанными структурами определяется ГвСТ с продольным направлением волокон. БЛ негомогенная, тонкая прослеживается не на всем протяжении границы между новообразованным ГХ и ГК.

Таким образом, через 3 месяца после формирования полнослойного дефекта СГХ и СКП, последняя на всем своем протяжении восстановлена, имеет кривизну, обращенную в сторону СК. Однако, усредненная линия СКП соответствует анатомическим границам пластинки, находившейся в этом месте до моделирования повреждения.

Определяются признаки ремоделирования хрящевой ткани, которое выражается в формировании колонок-столбиков хондроцитами, “оживлении” поверхностного слоя (увеличение количества клеток), появление разрозненных групп хрящевых клеток. Описанные изменения свидетельствуют о частичном восстановлении СХ, не достигающем, однако, состояния зрелой ХТ.

Полнослойный дефект суставного хряща и субхондральной костной пластинки на нагружаемой части внутреннего мыщелка бедра. Вывод животного через шесть месяцев после формирования дефекта.

Через шесть месяцев после формирования дефекта все еще сохраняется углубление, составляющее 75% исходной глубины сформированного дефекта с ровными гладкими краями; граница между тканью в дне дефекта и прилежащим к нему интактным СХ прослеживается четко. Гистологически - в области повреждения СГХ образовался неоднородный слой ГпХТ, составляющего по толщине примерно 75% рядом лежащего интактного, в связи с чем здесь все еще сохраняется дефект с достаточно неровным дном, которая не разделялась на слои (поверхностный, промежуточный, глубокий). В центральном отделе дефекта определялась ГвСТ с выпячиванием в центре, состоящим из толстостенных сосудов и МВ.

В толще ГвХТ выявлялся гипоцеллюлярный матрикс, содержащий лакуны с хондроцитами зрелого типа по 2-5 клеток в каждой. При этом в части полей зрения в глубоких и средних отделах новообразованного хряща прослеживалась вертикальная столбчатость лакун, в то время как в поверхностных отделах хрящ состоял из отдельно лежащих лакун с единичными клетками в них среди умеренного количества ММ. На поверхности сформированного хряща и ГвСТ отмечалось формирование фиброзного слоя, - по всей видимости, представляющего собой формирующуюся “надхрящницу”.

СхКП восстановлена на всем протяжении, за исключением области в центральном отделе дна сформированного дефекта; волокна ее утолщены, бесформенные, в большинстве своем расположены перпендикулярно, МВ в умеренном количестве, гомогенное.

Губчатая ткань под сформированным дефектом с признаками резорбции – большим количеством остеокластов, тонкими правильной балками, расширенными межбалочными пространствами, местами заполненными СТ, однако в наименьшей степени, нежели в предыдущем отсчетном периоде.

БЛ негомогенная, тонкая, определяется не на всем протяжении границы между новообразованным ГХ и ГК.

Таким образом, спустя 6 месяцев после повреждения в области СГХ и СхКП процесс регенерации ХТ кани носит незавершенный характер. В отдельных местах, преимущественно по периферии ранее сформированного дефекта, новообразованный ГпХ был покрыт фиброзным слоем, напоминавшим надхрящницу, сформированным из коллагеновых волокон с неопределенной ориентацией, преимущественно перпендикулярной суставной поверхности, и расположенными между ними удлиненными овальными и округлыми клеточными элементами. Вновьсформированный хрящ представляется возможным квалифицировать как гиалиновоподобный – прослеживается изогенность групп хондроцитов, гомогенный ММ – соответственно, новообразованный хрящ имеет смешанный вид - волокнисто-гиалиновый. Поэтому, остается заметной граница между интактным и новообразованным хрящом. Субхондральная костная пластинка и субхондральная губчатая кость уплотнены и утолщены и выступают в сторону поверхности. Очевидно, это является следствием гипертрофии СхК. Описанная тканевая реакция частично компенсирует неполноценность новообразованного хряща, поэтому, некоторое углубление в области повреждения выражено незначительно, что отражено на поверхностном рельефе.

Заключение:

Морфологические изменения в исследуемой области отражают регенерацию ГпХТ в очаге повреждения суставной поверхности. При этом, характер новообразованного хряща не восполнял в полной мере исходной структуры: не была восстановлена зональность хрящевой ткани в области суставной поверхности, не была достигнута полноценная замена очага повреждения новообразованным хрящом, сохранялась зона грубоволокнистой рубцовой ткани; аналогичные выводы приведены в работах Шевцова В.И. и др. [11], а также **Kinner et. all [12].** В целом, РР в очаге повреждения СГХ и СхКП происходила по принципу субституции - неполной РР, при которой восстановление поврежденной структуры оказывается недостаточным (замена исходной ткани опорной тканью) и не соответствует анатомическим параметрам нормальной ткани. Подобный исход не способствует восстановлению функциональной активности поврежденного сустава в полном объеме, что влечет за собой неполную социальную адаптацию и требует

вмешательства в процесс заживления путем поиска методов стимуляции репаративной регенерации хрящевой ткани.

Литература/References

1. Скакун П.Г., Шалатонина О.И., Кандыбо И.В., Юзефович А.И. Клинико-физиологическая оценка эффективности реабилитации больных с остеоартрозом коленного сустава // Журнал ГрГМУ. 2010. №2. [Skakun P.G., Shalatonina O.I., Kandybo I.V., Juzefovich A.I. Kliniko-Fiziologicheskaja Ocenka Jeffektivnosti Reabilitacii Bol"nyh S Osteoartrozom Kolennogo Sustava // Zhurnal GrGMU. 2010. №2. (in Russ)].

2. Насонова В.А. Остеоартроз – проблема полиморбидности // Consilium medicum. 2009. №том 11, номер: 2. [NASONOVA V.A. OSTEOARTROZ – PROBLEMA POLIMORBIDNOSTI // CONSILIUM MEDICUM. 2009. №tom 11, nomer: 2. (in Russ)].

3. Алексеева Л.И. ФАКТОРЫ РИСКА ПРИ ОСТЕОАРТРОЗЕ // НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕВМАТОЛОГИЯ. 2010. №2. [Alekseeva L.I. FAKTORY RISKA PRI OSTEOARTROZE // NAUChNO-PRAKTIChESKAJa REVMATOLOGIJa. 2010. №2. (in Russ)].

4. Матвеев Р.П., Брагина С.В. Социальная характеристика амбулаторных Больных остеоартрозом коленного сустава // Экология человека. 2011. №4. [Matveev R.P., Bragina S.V. Social'naja harakteristika ambulatornyh Bol'nyh osteoartrozom kolennogo sustava // Jekologija cheloveka. 2011. №4. (in Russ)].

5. Матвеев Р. П., Брагина С. В. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ОСТЕОАРТРОЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА С ПОЗИЦИИ ВРАЧА-ОРТОПЕДА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) // Вестник СПбГУ. 2014. №11. [Matveev R. P., Bragina S. V. AKTUAL"NOST" PROBLEMY OSTEOARTROZA KOLENNOGO SUSTAVA S POZICII VRAChA-ORTOPEDA (OBZOR LITERATURY) // Vestnik SPbGU. 2014. №11. (in Russ)].

6. Yuqing Zhang, Joanne M. Jordan Epidemiology of Osteoarthritis // Clin Geriatr Med.. 2010. №26(3). С. 355–369. doi: 10.1016/j.cger.2010.03.001

7. Wilder F.V., Barrett J.P., Farina E.J. Joint-specific prevalence of osteoarthritis of the hand // Osteoarthritis Cartilage. 2006. №14(9). С. 953-7

8. Kelli D. Allena,Yvonne M. Golightly. Epidemiology of osteoarthritis: state of the evidence // Curr Opin Rheumatol. . 2015. №27(3). С. 276-283. doi: 10.1097/BOR.0000000000000161.

9. Smith MM, Little CB, Rodgers K, Ghosh P: Animal models used for the evaluation of anti-osteoarthritis drugs. Pathol Biol (Paris) 1997, 45:313-320.

10. Закон Российской Федерации "Федеральный закон от 27 декабря 2018 г. N 498-ФЗ "Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"" от 19 декабря 2018 года № N 498 // Российская газета. 2018 г. № 295(7758). [Zakon Rossijskoj Federacii "Federal'nyj zakon ot 27 dekabrja 2018 g. N 498-FZ "Ob otvetstvennom obrashhenii s zhivotnymi i o vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii"" ot 19 dekabrja 2018 goda № N 498 // Rossijskaja gazeta. 2018 g. № 295(7758). **(in Russ)**].

11. Шевцов В.И., Макушин В.Д., Ступина Т.А., Степанов М.А. Экспериментальные аспекты изучения репаративной регенерации суставного хряща в условиях туннелирования субхондральной зоны с введением аутологичного костного мозга // Гений Ортопедии. 2010. №2. С. 5-10. [Shevcov V.I., Makushin V.D., Stupina T.A., Stepanov M.A. Jeksperimental'nye aspekty izuchenija reparativnoj regeneracii sustavnogo hrjashha v uslovijah tunnelirovanija subhondral'noj zony s vvedeniem autologichnogo kostnogo mozga // Genij Ortopedii. 2010. №2. S. 5-10. (in Russ)].

12. Kinner B., Capito M., Spector M. Regeneration of Articular Cartilage // Regenerative Medicine. 2005. №2. С. 91-123. doi: https://doi.org/10.1007/b100001.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

ПОРЯДОК, УСЛОВИЯ И СПЕЦИФИКА ПРОВЕДЕНИЯ БОНИТИРОВКИ ПЛЕМЕННЫХ ОВЕЦ КАТУМСКОЙ ПОРОДЫ

Дмитриева Таисия Олеговна
Кандидат ветеринарных наук, ведущий специалист
Ленинградская область, Всеволожский район, ООО СХП «Катумы»

ORDER, CONDITIONS AND SPECIFICITY OF CARRYING OUT THE BONITING OF THE KATUMAN BREEDED SHEEP

Dmitireva Taisiia
Candidate of veterinary Sciences, leading specialist
Leningradskaya oblast, Vsevolzhskiy district, OOO "Katuma"

Аннотация

В статье показано, что для оценки племенных и продуктивных качеств племенных овец катумской породы в целях их дальнейшего использования ежегодно проводится бонитировка племенных овец. Бонитировка овец проводится при достижении животными 10-месячного возраста (основная бонитировка), 20-месячного возраста и старше (дополнительная бонитировка). Основной бонитировке предшествует оценка ягнят в возрасте 90 дней (при отъеме от маток). В статье представлена шкала оценки живой массы овец, шкала оценки живой массы и скороспелости ягнят. На основе данных шкал производится оценка.

Summury

The article shows that to evaluate the breeding and productive qualities of pedigree sheep of the Katuma breed for the purpose of their further use, annual testing of pedigree sheep is carried out. Sheeps are rewarded when the animals reach 10 months of age (main scoring), 20 months of age and older (additional scoring). The main scoring is preceded by an assessment of the lambs at the age of 90 days (when weaning from the queens). The article presents a scale for assessing live weight of sheep, a scale for assessing live weight and early maturity of lambs. Based on these scales, an assessment is made.

Ключевые слова: овцы; бонитировка; элита; I и II классы; селекционные признаки; племенная работа; катумская порода.

Key words: sheep; appraisal; elite; grades I and II; breeding traits; breeding; Katuma breed.

Племенные заводы занимаются выращиванием элитного молодняка для племенных хозяйств, государственных племенных станций, неплеменных хозяйств, занимающихся разведением животных той или иной породы. Животные каждого племенного завода имеют свои специфические особенности и отличаются от животных той же породы другого завода. В заводском стаде должно быть не менее 4-6 линий [1; 3; 5]. Разведение по линиям позволяет закрепить и усовершенствовать хозяйственно полезные качества, присущие лучшим овцам. При этом проводится бонитировка овец [2].

Различают индивидуальную и классную бонитировку. При проведении классной бонитировки проводится комплексная оценка овец с последующим разделением их на классы, в зависимости от свойств. При этом результаты оценки продуктивных свойств каждого отдельного животного не учитываются. В учет берется только количество животных, отнесенных к различным классам по каждой пробонитированной группе. Классной бонитировке подвергаются все животные соответствующего возраста [4; 6].

При проведении индивидуальной бонитировки оценивается каждый значимый хозяйственный признак овец. Результаты оценки при этом записывают в специальный бонитировочный журнал. При этом используются специальные условные обозначения (бонитировочные ключи) [7]. Индивидуальной бонитировке подвергаются животные, которые при классной бонитировке были отнесены к элите и к 1 классу, а также животных, которые произошли от элитных маток и элитных баранов. Также индивидуальной бонитировке подвергают баранов, предназначенных для ремонта стада и продажи на племя [8].

Для каждой породы животных оценивают свои значимые качества. При этом бонитировка овец различных пород неодинакова. Для каждой породы существует свой порядок проведения бонитировки [9]. Анализ литературных источников, нормативно-правовой базы показывает, что бонитировка овец катумской породы имеет свою специфику [2; 3; 5; 7]. При этом порядок и условия проведения бонитировки для данной породы еще не утверждены. Существует установленный порядок проведения бонитировки овец романской породы, овец других пород [10].

Цель исследования – определить порядок, условия и специфику проведения бонитировки овец катумской породы.

Бонитировка овец катумской породы проводится с целью оценки племенных и продуктивных качеств овец, а также для отбора овец для дальнейшего использования и разведения. Бонитировка проводится работниками племенных организаций. Бонитировке подлежат овцы, достигшие 10 месячного возраста. В этот период проводится основная бонитировка. Дополнительная бонитировка проводится в возрасте 20 месяцев и старше. При этом проводится предварительная оценка ягнят в возрасте 90 дней (ягнята оцениваются при отъеме от матери). По результатам бонитировки составляются сводные отчеты (по состоянию на 31 декабря отчетного года, до 1 марта, следующего за отчетным периодом).

При проведении бонитировки овец катумской породы учитывается каждый селекционный признак, и производится его оценка по 5-ти бальной шкале. Селекционные признаки являются основанием для разделения животных на классы. Также по этим признакам определяют направления дальнейшей селекционной племенной работы с животными [2].

Уже в возрасте 90 дней проводится оценка селекционно-племенных свойств овец катумской породы. Так, баранчики, не отвечающие минимальным требованиям для оценки в 4 балла, и ярки, не отвечающие минимальным требованиям для оценки в 3 балла, не допускаются для разведения и для дальнейшей племенной работы. При бонитировке овец условно подразделяют на классы:

- бараны и баранчики - элита, I класс;
- матки и ярки - элита, I и II классы.

К классу элиты относят овец, которые имеют превосходные конституционально-продуктивные качества, которые соответствуют установленным требованиям к данному классу, или превосходят их. При этом градация признака должна составлять 5 баллов. При этом учитываются требования к живой массе, а также к селекционируемым признакам.

К I классу относят тех овец, которые по конституционально-продуктивным качествам, а также по особенностям телосложения и развития соответствуют требованиям, предъявляемым к животным данного класса, и не соответствуют требованиям класса «Элита». Учитываются требования к живой массе, а также к основным селекционируемым признакам. при этом градация признака должна составлять 4 балла.

Ко II классу относят овец, которые по конституционально-продуктивным качествам, особенностям развития и телосложения соответствуют установленным требованиям данного класса, и не соответствует требованиям 1 класса. При этом учитывается живая масса, селекционирующие признаки. Градация признака составляет 3 балла. Также проводится оценка живой масс овец (таблица 1).

Таблица 1.

Шкала оценки живой массы овец, кг

Половозрастная группа	Элита	1 класс	2 класс
Бараны	95	85	X
Матки	63	55	50
Баранчики в возрасте 10 месяцев	65	58	x
Ярки в возрасте 10 месяцев	47	43	38
Бараны в возрасте 20 месяцев	80	70	x
Ярки (матки) в возрасте 20 месяцев	58	50	45

Также обязательно проводится оценка живой массы и скороспелости ягнят в возрасте 90 дней (при отъеме от матки). Используется шкала, представленная в таблице 2.

Таблица 2.

Шкала оценки живой массы и скороспелости ягнят в возрасте 90 дней (при отъеме от маток)

Группа	Общая оценка, балл		
	5	4	3
Живая масса, кг			
Баранчики	28	25	21
Ярки	25	22	18
Скороспелость (среднесуточный прирост живой массы от рождения до отъема, г)			
Баранчики	270	230	190
Ярки	235	205	160

Бараны и баранчики, не отвечающие минимальным требованиям I класса; матки и ярки, не отвечающие минимальным требованиям II класса по одному или нескольким признакам, подлежат выбраковке.

Для записи результатов бонитировки овец в документах и обработки данных в электронном виде используется система условных обозначений и шифров (таблица 3).

Таблица 3.

Шкала условных обозначений и шифров селекционируемых признаков овец

Шифр признака	Селекционируемый признак	Степень выраженности (градация) признака	Условное обозначение признака	Градация признака в баллах
1	Тип животного	Соответствует требованиям к овцам	Т	4
		С уклоном в мясность	Т+	5
		Недостаточно выраженные мясные формы	Т-	3
2	Тип конституции (крепость костяка)	Нежная	Кн	3
		Грубая	Кг	4
		Крепкая	Кк	5
3	Выраженность мясных форм	Удовлетворительная	Вм=	2
		Неудовлетворительная	Вм-	3
		Хорошая	Вм	4
		Отличная	Вм+	5
4	Живая масса	При рождении	кг	До 0,1
		При отъеме	кг	До 0,5
		В возрасте 10 месяцев и старше	кг	До 1,0
5	Скороспелость (среднесуточный прирост от рождения до отъема), г	Ниже требований 1 класса более чем на 10%	С=	2
		Ниже требований 1 класса на 10% и менее	С-	3
		Отвечающая требованиям 1 класса	С	4
		Превышающая требования 1 класса на 10% и более	С+	5
6	Экстерьер	Определяется на основе совокупной оценки развития отдельных статей; на прямоугольнике отмечаются только стати, выдающиеся и отклоняющиеся от нормального развития, свойственного породе.	Э	До 5
7	Тип рождения	Родился одинцом	Я1	3
		Родился в двойне	Я2	4
		Родился в тройне и более	Я3	5
8	Оброслость шерстью спины	Удовлетворительная	Ос-	3
		Хорошая	Ос	4
		Отличная	Ос+	5
9	Сезонная естественная линька	Удовлетворительная	Л-	3
		Хорошая	Л	4
		Отличная	Л+	5
10	Класс животного	Элита	Э	5
		I	I	4
		II	II	3

Для идентификации овец их помечают при помощи татуировок, бирок, а также при помощи метода микрочипирования. Под мечением подразумевают присвоение овце уникального идентификационного номера. Этот номер присваивается всем овцам, находящимся в племенной организации. Для мечения овец используются татуировки. Наносятся они специальной краской или пастой для татуировок (для животных). Для проведения татуировки используются специальные татуировочные щипцы, предназначенные для мечения мелкого рогатого скота. При мечении овец бирками используются двойные пластмассовые бирки из эластичных и термоустойчивых полимеров, или из металла [2].

Для мечения при помощи татуировок или бирок используются следующие методы:

- нанесение метки на внутреннюю сторону левого уха, ближе к основанию уха. Такой метод используют в первые 10 дней после рождения;

- нанесение метки на внутреннюю сторону правого уха, ближе к основанию. Такой метод применяют при отъеме о маток.

Каждый индивидуальный (технологический) номер имеет шестизначный разряд. При этом первый разряд означает год рождения животного (последняя цифра года). Следующие четыре цифры разряда – это порядковый номер самого животного. При этом в каждой организации присвоение индивидуального номера животному ежегодно начинается с 00001. Если же мечение осуществляется при помощи метода микрочипирования, применяется специальный микрочип, включающий идентификационный номер животного. Класс животного отмечается при помощи специальных выщипов на ушах:

- элита – выщип «вилка» на конце правого уха;

- маткам селекционной группы (ядра) - дополнительная «вилка» на левом ухе;

- I класс – один выщип на нижнем крае правого уха;

- II класс – два выщипа на нижнем крае правого уха.

Выводы: таким образом, бонитировка овец катумской породы имеет свою специфику. При этом порядок и условия проведения бонитировки для данной породы еще не утверждены. В данной статье отражены порядок, условия и специфика проведения бонитировки овец катумской породы на основе данных хозяйства оригинатора породы, а также обобщения накопленного практического опыта по работе с овцами катумской породы.

Бонитировка овец катумской породы проводится с целью оценки племенных и продуктивных качеств овец, а также для отбора овец для дальнейшего использования и разведения. Бонитировке подлежат овцы, достигшие 10 месячного возраста. В этот период проводится основная бонитировка. Дополнительная бонитировка проводится в возрасте 20 месяцев и старше. При этом проводится предварительная оценка ягнят в возрасте 90 дней (ягнята оцениваются при отъеме от матери).

При проведении бонитировки овец катумской породы учитывается каждый селекционный признак, и производится его оценка по 5-ти бальной шкале. Селекционные признаки являются основанием для разделения животных на классы. Баранчики, не отвечающие минимальным требованиям для оценки в 4 балла, и ярки, не отвечающие минимальным требованиям для оценки в 3 балла, не допускаются для разведения и для дальнейшей племенной работы. При бонитировке овец условно подразделяют на классы: бараны и баранчики - элита, I класс; матки и ярки - элита, I и II классы.

Для записи результатов бонитировки овец в документах и обработки данных в электронном виде используется система условных обозначений и шифров.

Список литературы:

1. Джапаридзе Т. Г. и др. Ставрополье было, есть и будет овцеводческим краем // Животноводство России. - 2015. - № 9. - С. 64-66.

2. Дмитриева Т. О. Мясная порода овец – катумская // Аграрная наука. - 2018. - № 6. - С. 25–28.

3. Дмитриева Т. О. Создание мясного овцеводства в Северо-Западном федеральном округе России // Овцы, козы, шерстяное дело. - 2018. - № 1. - С. 2–5.

4. Доржиев А. Б. Комплекс машин и технологий для механизации малых ферм в овцеводстве // Сибирский вестник с.-х. науки. - 2014. - С. 138-140.

5. Доронин Б. А. Научно-технический прогресс в овцеводстве: инновационное развитие и эффективность производства. - Ставрополь: Сервисшкола, 2006. - 276 с.

6. Доронин Б. А. Эффективность производства продукции овцеводства в современных условиях // Экономика с.-х. и перераб. предприятий. 2015. - № 2. - С. 38-39.

7. Ерохин А. И., Карасев Е. А., Ерохин С. А. Романовские породы овец: состояние, совершенствование, использование генофонда. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2015. - 329 с.

8. Зайцев С. Ю., Милаева И. В., Царькова М. С. Биохимические показатели молозива овец романовской породы и гибридов второго поколения с архарами // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2017. - № 12. - С. 45–50.

9. Мороз В. А., Трухачев В. П. Перспективные технологии производства продукции овцеводства в южном регионе России Сб. науч. тр./ ГНУ ВНИИМЖ. - Т. 16, ч. 1. - Подольск, 2006. - С. 117-125.

10. Новая порода овец – российский мясной меринос / Х. А. Амерханов, М. В. Егоров, М. И. Селионова и др. // Сельскохозяйственный журнал. - 2018. - Т. 1. - № 11. - С. 50–56.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.43:66.021

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНДАРТНЫХ ЯЗЫКОВ И СРЕД ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ «ПРОДВИНУТЫХ» СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Кирюшин Олег Валерьевич
кандидат техн. наук, доцент
Кафедра автоматизация технологических процессов и производств
Уфимский государственный нефтяной технический университет
г. Уфа
Асылов Муса Ангамович
студент 1 курса магистратуры
Кафедра автоматизация технологических процессов и производств
Уфимский государственный нефтяной технический университет
г. Уфа

USING STANDARD LANGUAGES AND ENVIRONMENTS TO MODEL ADVANCED PROCESS CONTROL SYSTEMS

Kiryushin Oleg Valeryevich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Department of Automation of Technological Processes and Production
of the Ufa State Petroleum Technological University
Ufa
Asylov Musa Angamovich
Master's Degree 1 Student
Department of Automation of Technological Processes and Production
of the Ufa State Petroleum Technological University
Ufa

Аннотация

При реализации математических моделей процессов в составе «продвинутых» систем управления, возникает необходимость выбора языков программирования и сред, которые бы обеспечили разработку системы оптимальным образом с точки зрения удобства описания человеком, реализации в SCADA-системе и т.д. В данной статье проведен анализ основных языков программирования, применяемых для описания моделей в различных средах, выделены их основные преимущества и недостатки.

Abstract

When implementing mathematical models of processes as part of "advanced" control systems, it is necessary to select programming languages and environments that would ensure the development of the system in an optimal way from the point of view of convenience of human description, implementation in SCADA-system, etc. This article analyses the main programming languages used to describe models in different environments and highlights their main advantages and disadvantages.

Ключевые слова: Matlab, XML, UML, Pascal, Delphi, Python, C++, C#, C, Java, Visual Basic, Anylogic, Maple, Mathematica.

Keywords: Matlab, XML, UML, Pascal, Delphi, Python, C++, C#, C, Java, Visual Basic, Anylogic, Maple, Mathematica.

При разработке «продвинутых» систем управления, поиске режимов, обеспечивающих оптимальное качество продукции, предсказания поведения технологического процесса и т.д. используются математические модели, функционирующие в соответствующей программной среде.

Корректная работа реализуемой модели зависит от многих факторов, одним из которых является язык моделирования, выбранный для описания статических, динамических, частотных и др. характеристик моделируемых технологических объектов. В статье рассматриваются наиболее часто применяемые для этих целей языки и среды моделирования.

ЯЗЫК MATLAB

Язык Matlab является высокоуровневым интерпретированным языком программирования, включающий базирующиеся на матрицах структуры данных, широкий спектр функций, интегрированную среду для различных разработок, объектно-ориентированные возможности и интерфейсы к программам, реализованным на иных языках программирования [8].

В качестве достоинств данного языка выделяются:

− данный язык имеет поддержку векторных и матричных операций;

− в языке Matlab нет таких действий как объявление переменных, определение типов, выделение памяти;

− есть встроенные алгоритмы для анализа и обработки различных данных.

В качестве недостатков приводятся следующие аргументы:

− узконаправленность, язык применятся только в программе Matlab;

− высокая стоимость программного обеспечения;

− перегруженность операторами, командами, функциями.

ЯЗЫК РАЗМЕТКИ XML

Целью XML является хранение данных подвергнутых структурированию, с целью бартера информацией среди программ, и для формирования на его основе более узконаправленных языков разметки [9].

Выделяются следующие достоинства:

− поддержка Unicode;

− организует вид файлов с данными в виде текста понятного человеку;

− применяться на низких программных уровнях в новейших аппаратных решениях.

К недостаткам XML можно отнести следующие пункты:

− синтаксис языка XML весьма избыточный;

− не определена точная методика моделирования данных в XML;

− не обладает функцией поддержки типов данных закрепленных в язык.

ЯЗЫК UML

UML представляет собой стандартизованный графический язык моделирования для представления, изображения, конструирования и протоколирования ОО систем [2].

Достоинства:

- обладает возможностью показать систему почти с любой позиции и различных сторон действий систем;

- существуют различные варианты неоднократного применения имеющегося проекта или его фрагмента в новом проекте;

- язык UML увеличивает и разрешает внедрять личные текстовые и графические стереотипы.

Недостатки:

- содержит большое количество излишних диаграмм и конструкций;

- UML характеризован комбинацией себя то, есть обладает свойством абстрактного синтаксиса, OCL (языком описания ограничений - формальным контролем корректности) и английского (подробная семантика), из-за этого он не обладает жесткой скованностью языка, конкретно установленными техниками формального представления;

- рассогласование нагрузки.

ЯЗЫК PASCAL

Pascal представляет собой строго процедурный язык и обладает такими особенностями как строгая типизация и наличие средств структурного программирования [5]. Несмотря на то, что данный язык является в первую очередь языком программирования, он также используется и для описания моделей объектов, например, при реализации функций тренажеров-имитаторов.

Достоинства языка:

− легкий синтаксис языка, что дает возможность быстро находить ошибки;

− не высокие аппаратные и системные требования;

− исходный код всегда открыт для редактирования каждым пользователем.

Недостатки Pascal:

− язык морально устарел, так как он был разработан 60 лет назад;

− объектно-ориентированное программирование осуществлено не удовлетворительно полно;

− компилятор был задуман на настоящий режим DOS.

ЯЗЫК DELPHI

Delphi представляет собой систему визуального объектно-ориентированного программирования [3].

− довольно быстрая реализация приложений;

− наращиваемость возможностей благодаря добавлению новых компонент и инструментов в среду;

− компоненты можно разработать с помощью собственных средств Delphi.

Недостатки:

− статическое присоединение (linking) библиотеки VCL и компонентов к исполняемому файлу;

− вся информация о форме не оптимально хранится в файле exe;

− малое число параметров оптимизации кода.

ЯЗЫК PYTHON

Python является интерпретируемым, изначально объектно-ориентированным языком программирования, обладающий мощными подключаемыми средствами для построения математических моделей [11].

Достоинства:

− интерпретатор реализован практически на всех платформах и ОС;

− расширяемость языка;

− присутствие значительного количества модулей подключаемых к программе, которые обеспечивают различными дополнительными возможностями.

Недостатки языка:

− сравнительно медленная скорость исполнения Python-программы, что обусловлено ее интерпретируемостью.

ЯЗЫК C

Язык C является универсальным языком программирования, обладающий такими свойствами как экономичность выражений, передовой поток управления и структуры данных богатый набор операторов [14].

Достоинством данного языка являются:

− нет альтернативной замены новейшими мощными языками;

− довольно высокая производительность;

− легкая структура языка.

Недостатки:

− сложный синтаксис языка;

− не применяется в нынешних веб – разработках.

ЯЗЫК C++

C++ – это компилируемый, статически типизированный язык программирования общего назначения [6].

Достоинства:

− поддержка разнообразных стилей и подходов в программировании;

− способность формирования общих контейнеров и алгоритмов для разнообразных типов данных, их типизация и расчеты на этапе компиляции, использованием шаблонов;

− возможность кроссплатформенности.

Недостатки:

− сложный синтаксис языка;

− примитивный препроцессор;

− модульность поддерживается не достаточно хорошо.

ЯЗЫК C#

C# - это один из распространенных представителей объектно-ориентированных языков программирования [12].

Достоинства:

– объектно-ориентированный подход к программированию во всем;

– много синтаксических конструкций, упрощающих написание кода;

– большое разнообразие библиотек и шаблонов;

Недостатки:

– не повсеместно распространенный язык;

– не имеет свойства поддержки множественного наследования классов.

ЯЗЫК JAVA

Java - это один из универсальных языков моделирования, который может быть интегрирован в инструмент моделирования, к примеру в AnyLogic [7].

Выделяются следующие достоинства языка:

− приложения выполняются на стороне сервера, и на стороне клиента;

− язык является межплатформенным;

− обеспечивается механизм многопоточности и иные возможности ООП.

Недостатками являются следующие пункты:

− низкий уровень быстродействия, требовательность оперативной памяти;

− сложность изучения языка, связанная с значительным количеством стандартных библиотек;

− непрерывная модернизация языка, что способствует появлению новых средств, имеющих схожее функциональное значение со старыми средствами.

ЯЗЫК VISUAL BASIC

Visual Basic – язык программирования третьего поколения (событийный язык программирования), а также интегрированная среда разработки программного обеспечения [15].

Преимущества языка:

− легкий для освоения синтаксис;

− есть способность компиляции как в машинный код, так и в P – код;

− стабильность работы за счет протекции от ошибок.

Слабые стороны:

− работа только на операционных системах Windows и Mac OS X;

− не обладает способностью наследования реализации объектов;

− низкая производительность, связанная тем, что все встроенные функции языка реализованы через библиотеку времени исполнения.

Для описания моделей на том или ином языке, описанном выше, можно использовать следующие программные среды.

ANYLOGIC

AnyLogic является программным обеспечением, применяемым для целей имитации кого-либо процесса. Программа имеет новейший графический интерфейс, а для получения моделей используется язык программирования Java [10].

Достоинства:

− минимизация временных и финансовых ресурсов за счет возможностей программы;

− с одним инструментом, можно создать различного вида модели;

− пуск моделей возможен при любых условиях.

MAPLE

Maple - программный пакет предназначенный для аналитических вычислений на ЭВМ, у которого количество команд превышает отметку в две тысячи, которые в свою очередь дают возможность решать вопросы из различных областей наук связанных с математическими расчетами [4].

Достоинства:

− осуществление в символьном виде арифметических действий;

− возможность формировать отчеты в виде технических документов с содержанием текста, математических расчетов, рисунков, графиков и звука;

− наличие протокола TCP/IP, который предоставляет динамический путь к информации, содержащейся в других интернет-источниках.

Недостатки:

− при работе возникает некоторые торможения;

− дороговизна.

MATHEMATICA

Mathematica – это, во-первых, обыкновенная система программирования, полученная на основе сильного проблемно-ориентированного языка функционального программирования высокого уровня, а во-вторых диалоговая система для решения большого количества математических

задач без использования средств традиционного программирования [13].

Достоинства:

− довольно большой комплекс функций графики и опций, изменяющих их действие;

− пакеты расширения дают возможность приспосабливаться под нужды каждого пользователя;

Недостатки:

− своеобразный язык.

MATLAB

MATLAB – программный пакет, направленный на получение решения задач в символьном виде. Математические расчеты основаны на применении матричных операций [1].

Достоинства:

− библиотеки MatLab выделяются быстротой численных расчетов;

− благодаря библиотек Image Processing Toolbox, обеспечивается достаточно широкий спектр функций, обеспечивающих визуализацию осуществляемых расчетов на прямую из среды MatLab, масштабирование и анализ;

− присутствия гибкого пользовательского интерфейса, дозволяющего организовать данные и модели в библиотеке System Identification Toolbox.

Недостатки:

− низкая интегрированность среды;

− сложная для понимания справочная система;

− отличающий редактор кода применительно к MatLab-программам.

Заключение

В результате анализа видно, что каждый язык и среда, на котором он будет использоваться, имеют как свои преимущества, так и недостатки. Из этого следует, что выбор языка программирования выполняется индивидуально для каждой цели в зависимости от предъявляемых к нему требований. С точки зрения скорости разработки и точности исполнения моделей оптимальными являются языки математического моделирования Matlab и Mathematica, с точки зрения реализуемости в SCADA-системах – языки типа VB, C, C++ и др., для использования в составе имитаторов и модулей оптимизации по показателям качества – XML, UML, Python.

Литература:

1. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7. Самоучитель. — Пресс, 2005. — 464 с.

2. Буч Г., Якобсон А., Рамбо Дж. UML. Классика CS / С. Орлов. — 2-е изд. — СПб.: Питер, 2006. — 736 с.

3. Вальвачев А.Н., Сурков К.А., Сурков Д.А., Четырько Ю.М. Программирование на языке Delphi. Учебное пособие. — 2005.

4. Говорухин В.Н., Цибулин В.Г. Введение в Maple. Математический пакет для всех. — М.: Мир, 1997. — С. 208.

5. Грогоно П. Программирование на языке Паскаль. — М.: Мир, 1982. — 384 с.

6. Губина Г.Г. Компьютерный английский. Ч. I. Computer English. Part I. Учебное пособие. — С. 385.

7. Джошуа Блох. Java. Эффективное программирование. Effective Java. — 3-е. — М.: Диалектика, 2019. — 464 с.

8. Дьяконов В. П. Справочник по применению системы PC MATLAB. — М.: «Физматлит», 1993. — 112 с.

9. Дэвид Хантер, Джефф Рафтер, Джо Фаусетт, Эрик ван дер Влист, и др. XML. Работа с XML, 4-е— М.: «Диалектика», 2009.

10. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. — СПб: БХВ-Петербург, 2006. — 400 с.

11. Коэльё Л.П., Ричерт В. Построение систем машинного обучения на языке Python. — Перевод с английского. — М.: ДМК Пресс, 2015.

12. Либерти Д. Язык программирования C# // Программирование на C#. — Санкт-Петербург. — 2003: Символ-Плюс. — С. 26. — 688 с

13. Морозов А.А., Таранчук В.Б. Программирование задач численного анализа в системе Mathematica: Учеб. пособие. - Мн.: БГПУ, 2005. — 145 с.

14. Подбельский В.В., Фомин С.С. Курс программирования на языке Си: учебник. — М.: ДМК Пресс, 2012. — 318 с.

15. Сергеев В. Visual Basic 6.0. Руководство для профессионалов. — СПб.: «БХВ-Петербург», 2004. — 974 с.

ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕНОСТИ

Тойбаев Кенжехан Дуйсебаевич
доктор технических наук, академический профессор,
Казахская головная архитектурно-строительная академия
г.Алматы
Закеров Мадияр Серикбаевич
магистрант, факультет общего строительства,
Казахская головная архитектурно-строительная академия
г.Алматы

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.3.52.151

TECHNOLOGIES USED IN THE TEXTILE INDUSTRY

Toybaev Kenzhehan
doctor of technical Sciences, academic Professor,

Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering, Almaty
Zakerov Madiyar
graduate students, faculty of General construction,
Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering, Almaty

Аннотация

В статье рассмотрены технология комплексной очистки сточных вод отделочных предприятий текстильной промышленности. Технология предусматривает глубокую очистку, включающую обработку сточной воды в усреднителе, установке напорной флотации, зернистом фильтре и доочистку на озонаторной установке и обеспечения водонепроницаемости емкостных водоочистных сооружений.

Abstract

The dissertation work is devoted to the technologies of integrated wastewater treatment of finishing enterprises of the textile industry. The technology provides for deep cleaning, including treatment of waste water in an average,, a granular filter and post-treatment on an zonation unit and ensuring the waterproofness of capacitive water treatment facilities.

Ключевые слова: усреднитель, доочистка, озонатор, флотатор, обратный осмос, зернистый фильтр.

Keywords: averager, polishing, ozone generator, protein skimmer, reverse osmosis, granular filter.

В разработанной технологии вода проходит следующие этапы очистки: усреднение, в результате которого происходит усреднение концентрации и расхода загрязняющих веществ; напорная флотация - осветление и обесцвечивание воды; зернистый фильтр - удаление остаточных взвешенных веществ; фильтр обратного осмоса - глубокая доочистка сточных вод от остаточных концентраций красителей и текстильно-вспомогательных веществ. Технологическая схема представлена на рисунке 1.

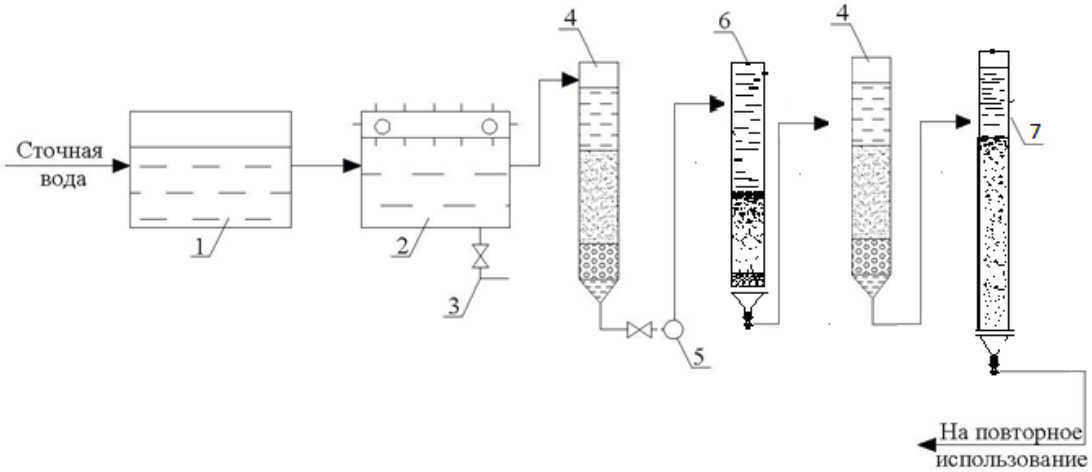

Рис 1. Технологическая схема очистки сточных вод, содержащих красители
1 - усреднитель; 2 - напорный флотатор; 3 - трубопровод осадка; 4 - зернистый фильтр; 5 - насосы; 6 - озонаторная установка; 7 – фильтр обратного осмоса.

Известно, что расход и концентрация загрязнений производственных сточных вод могут колебаться в течение суток в широких пределах. Поэтому необходимо предусматривать регулирующие емкости - усреднители, обеспечивающие возможность равномерной подачи на очистные сооружения сточных вод с усредненной концентрацией, что дает экономию капитальных и эксплуатационных затрат наряду с более эффективной их эксплуатацией. При этом концентрации загрязнений будут выравниваться тем полнее, чем лучше поступающая сточная вода будет перемешиваться в усреднителе. По данным, достаточно высокая степень усреднения достигается при времени усреднения 4 - 6ч. При разработке технологии очистки время усреднения принято 4 часа.

Флотация применяется для удаления из сточных вод красителей, СПАВ, хлопковых волокон и др. нерастворимых в воде веществ, с развитой поверхностью и мало отличающихся от воды по плотности. Вода, прошедшая очистку на флотаторах, может быть использована в системе оборотного водоснабжения предприятий для отдельных операций и процессов или направлена на дальнейшую глубокую очистку от растворенных загрязнений.

Процесс напорной флотации растворенным воздухом осуществляется в две стадии: первая - насыщение воды воздухом под давлением 4 - 6 атм; вторая - выделение пузырьков воздуха соответствующего диаметра и всплывание взвешенных и эмульгированных частиц примесей вместе с пузырьками воздуха.

Насыщение сточных вод воздухом производится в напорных баках под давлением. Резкое падение давления до атмосферного приводит к вспениванию жидкости (барботаж) за счёт интенсивного выделения растворённого воздуха в форме мельчайших пузырьков газа. В контактно- смесительной зоне резервуара они оседают на внешней поверхности твёрдых частиц. Возникающая при этом дополнительная подъёмная сила увлекает твёрдые примеси в верхнюю зону резервуара, откуда они далее отводятся механическим приспособлениями в пеноприемное отделение флотатора.

Процесс осветления сточной воды завершается фильтрованием воды через слои зернистого материала (песка, керамзита и др.) с частицами различной крупности, на поверхности и в толще которых задерживается выделяемая из сточных вод взвесь. Преимущество этих процессов заключается в возможности применения их при нормальной температуре и без добавления химических реагентов.

Для глубокой очистки сточных вод, прошедшей зернистый фильтр, используем в фильтре обратного осмоса. Такая фильтрация позволяет удалить из воды остаточные загрязнения после зернистого фильтра и удаляет из воды все соли и вредные примеси.

Создание замкнутых систем водоснабжения красильно-отделочных производств позволяет существенно сократить потребность в свежей воде и снизить ущерб, наносимый водоемам в результате сброса недостаточно очищенных сточных вод, что будет способствовать обеспечению экологической безопасности окружающей среды.

С целью уменьшения капитальных затрат на строительство очистных сооружений и снижения себестоимости очистки сточных вод в настоящее время у нас в стране и за рубежом разработаны рациональные системы и схемы водоотведения отделочных предприятий. Для комплексной технологии очистки предусматривается локальная очистка сточных вод отделочных производств. При очистке будет обеспечиваться необходимая степень очистки присутствующих в сточных водах загрязнений. Кроме того, такая очистка на локальной установке позволит применить наиболее эффективный и рациональный метод очистки, повторно использовать очищенные воды в технологическом процессе.

На основании системы водоснабжения, водоотведения и учета условий технологии производства сточные воды транспортируются общим потоком на очистные сооружения.

При концентрации красителей в сточных водах более 15 мг/дм³ перед сбросом в систему городской канализации необходима их предварительная очистка, так как согласно нормам ПДС, утвержденным ГКП «Водоканал», концентрация красителей при сбросе в городскую систему канализации для г. Алматы составляет 15 мг/дм³. Фильтр обратного осмоса, как метод для солевой доочистки воды, предусмотренный на последнем этапе очистки, позволяет исключить сброс загрязненных стоков в городскую канализацию и практически полностью использовать очищенную воду для повторного использования. Физико-химический состав сточных вод представлен в таблице 1.

Согласно проведенных водно-балансовых расчетов, суточный расход воды отделочной фабрики составляет Q=1600 м³/сут. Часть расхода воды используется на собственные нужды очистной станции, ее расход составляет Q=160 м³/сут. Потери воды с флотошламом и осадоком Q=65 м³/сут, тогда объем повторно используемой воды составляет Q=1275 м³/сут. Объем свежей подпиточной воды на предприятии составит Q=225 м³/сут.

Табл. 1

Физико-химический состав сточных вод

Основные показатели сточных вод	Поток сточных вод
Взвешенные вещества, мг/дм³	130-260
ХПК, мгО2/дм³	490-720
Сухой остаток, мг/дм³	940-2310
СПАВ, мг/дм³	18,0-62
Красители, мг/дм³	22-50
РН	5,6-9,8

В основе разработки рациональной схемы водопотребления и водоотведения отделочного производства лежит создание локальной установки очистки, которая включает поэтапную обработку сточной воды, где особо важным является последний этап доочистки - метод обратного осмоса. Такая технология позволяет максимально использовать очищенные сточные воды в технологических процессах. Поэтому при разработке оптимальной схемы водного баланса и оценке возможностей повторного использования очищенных сточных вод изучались состав и режим водоотведения. Оптимальная схема водного баланса составлялась с учетом расходов воды на различные виды потерь, сбросов и добавления свежей технической воды для компенсации ее расходов в системе оборотного водоснабжения и представлена на рисунке 2.

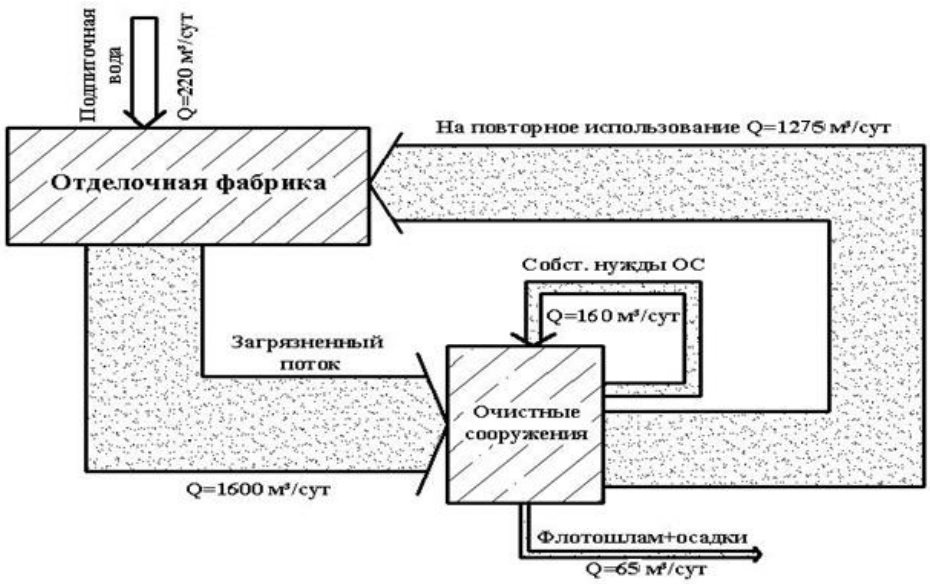

Рис 2. Схема водного баланса отделочной фабрики

В соответствии со схемой водного баланса, предложенная схема водоотведения производственных сточных вод отделочной фабрики позволит выделить основную массу загрязнений и обработать их высокоэффективными способами очистки.

В настоящее время в большинстве стран утвердилась практика сброса в систему городской канализации сточных вод промышленных предприятий, в том числе загрязненных производственных сточных вод отделочных предприятий легкой промышленности. Это делается с целью экономии финансовых средств, а чаще связи с их нехваткой.

Но, несмотря на вышеуказанные трудности, наше молодое государство одной из приоритетных задач ставит охрану окружающей среды, экологическую безопасность и улучшение благосостояния всех Казахстанцев.

В связи с переходом на рыночные отношения, с вводом в действие Водного Кодекса РК, закона «Об охране окружающей среды РК», Концепции экологической безопасности РК и других основополагающих документов, были внесены изменения в законодательную сферу природоохранной деятельности предприятий.

Согласно вышеуказанным документам, промышленным предприятиям предлагается перейти к экономическим методам управления природоохранной деятельностью. В связи с этим установлены тарифные ставки оплаты нормативного сброса загрязняющих веществ в систему городской канализации и размещению осадков сточных вод на полигонах. Установлены размеры штрафов за превышение предельно допустимых сбросов.

При этом основная часть средств, поступивших по штрафным санкциям, будет направлена на создание экологически эффективных природоохранных систем на предприятиях отрасли.

Проектирование и ввод в эксплуатацию промышленных предприятий с прямоточной системой водоснабжения запрещается, за исключением предприятий, которые по условиям производства не могут быть переведены на оборотное водоснабжение и безотходную технологию.

В технической литературе отсутствуют научно обоснованные нормативные требования к качеству повторно-оборотной воды, поступающей в технологические процессы (операции) отделочных производств.

Изучив технологию производства и технико-технологические характеристики водопотребителей, нами сделан вывод, что применение только свежей технологической и умягченной воды не всегда оправдано.

Таким образом, применение на последнем этапе мембраны обратного осмоса позволило создать замкнутую систему водоснабжения без сброса загрязненных сточных вод в городскую канализацию.

В целом общее водопотребление фабрики из наружных водоисточников сократится на 86% (см. рис. 2), что внесет весомый вклад в оздоровление экологической обстановки.

Литкратура

1. Тойбаев К.Д. Экологически чистые водные технологии в легкой индустрии: Монография. – Алматы: КазГАСА, 2008г. – 174 с.

2. Ласков Ю.М., Кузнецова Т.В., Пальгунов П.П. Очистка сточных вод от красителей и ПАВ // Водоснабжение и санитарная техника. –1997.– №3. – С. 11-15.

3. Тойбаев К.Д., Джартаева Д.К. и.др. Оптимизация процесса технологической очистки сточных вод отделочных предприятий / Журнал фармацевтических, биологических и химических наук, 2016, т.7 (4), с. 1982-1998.

4. Мельников Б.Н., Виноградов Г.И. Применение красителей. – М.: Химия, 1986. – 240

УДК

THE RESEARCH OF LOW-NOISE GAN HEMT OF CRYOGENIC TEMPERATURES

***V.V. Krasnov*[1],**
***V.M. Minnebaev*[2,3],**
***An.V. Redka*[2]**
[1] – *Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences(Russia, Moscow)*
[2] – *S&PE "Pulsar" (Russia, Moscow)*
[3] – *MIREA - Russian Technological University (Russia, Moscow)*
DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.3.52.152

ИССЛЕДОВАНИЕ МАЛОШУМЯЩИХ GAN HEMT ПРИ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

***В.В. Краснов*[1],**
***В.М. Миннебаев*[2,3],**
***Ан.В. Редька*[2]**
[1] – *ФИАН им. Лебедева (Россия, Москва)*
[2] – *АО «НПП «Пульсар» (Россия, Москва)*
[3] – *МТУ МИРЭА (Россия, Москва)*

Annotation

The article presents the results of a research of the possibility of using discrete devices based on gallium nitride of the centimeter wavelength range for receivers of space systems and as part of ground-based radio astronomy observation systems using cryogenic cooling units.

Аннотация

В статье представлены результаты исследования возможности применения дискретных приборов на основе нитрида галлия сантиметрового диапазона длин волн для приемных устройств космических систем и в составе наземных комплексов радиоастрономического наблюдения космического пространства, использующих криогенные охлаждающие установки.

Key words: GaN HEMT, low-noise, cryogenic temperature

Ключевые слова: GaN HEMT, малошумящий, криотемпература

Introduction

In the last decade, in Russia and the world there has been a sharp increase in interest in transistors based on gallium nitride structures - the devices have been mastered in serial production. Devices based on such structures are used as part of microwave amplifiers for ground, sea, airborne and space-based systems, and transceiver modules and amplifiers for space-based radio-electronic systems are commercially available and developed. Transistors and monolithic integrated circuits made by gallium nitride technology, compared with analogs made by gallium arsenide technology, have a number of main advantages [1]:

- high breakdown voltages (up to 300 V for microwave transistors and up to 1200 V for power devices);
- high specific power (up to 10 W/mm for serial devices);
- high thermal conductivity and operating temperatures;
- high radiation resistance and reliability.

Record specific power is one of the main achievements for GaN-based devices due to high breakdown voltages, which in combination with a high current density provides an output power level of up to 10 watts per 1 millimeter of gate width, which is an order of magnitude higher than analogs based on gallium arsenide.

In addition, the structural features of substrates based on gallium nitride heterostructures make it possible to work not only with high output power levels, but also to withstand significant input power levels (up to 5 W / mm), which is an order of magnitude higher than gallium arsenide structures [2]. Given this, as well as the presence of a high gain, it is of interest to use GaN HEMT in the input low-noise amplifiers of the centimeter and millimeter frequency ranges without the use of special protection circuits, which in turn will allow receiving devices with low values of noise figure and resistant to synchronous and non-synchronous high power levels. Использование подобных устройств особенно важно в радиоэлектронных системах с АФАР [3]. Another area of application of GaN HEMT is their application in space-based equipment, characterized by high requirements for resistance to special factors of outer space and a wide range of operating temperatures, including low temperatures of cryogenic levels.

Progress in the development of electronic components based on gallium nitride for receiving devices has been restrained for many years by both the shortcomings of the substrates themselves and the imperfection of the epitaxial structures grown on them. Substrates for the epitaxial growth of gallium nitride layers should have a minimum difference in lattice parameters, high thermal conductivity, and insulating properties. Researches show that to increase the limiting frequencies, thinner heterostructures should be used, the permissible barrier thickness of which sharply increases with an increase in the cutoff frequency [4].

Devices manufactured using GaN technology are steadfast to structural damage. Dose effects in galium

nitride structures begin to appear at sufficiently high levels, because they primarily appear in the dielectric layers of the device structures, and only at very high levels of exposure does the contribution of various physical effects become significant, which cause the rearrangement of charge states in the active regions of the devices. Dose rate effects are manifested in GaN transistors to a much lesser extent in comparison with silicon, silicon-germanium, and gallium arsenide devices, due to the wider band gap - 3.4 eV. The absence of parasitic four-layer structures fundamentally excludes the possibility of activation of the thyristor effect. Catastrophic failures in GaN transistors when exposed to heavy charged outer space with linear energy losses of up to 80 MeV·cm^2 / mg of particles do not occur [5].

In [6–9], processes and methods for optimizing the design of the heterostructure and HEMT are presented, aimed at reducing the noise temperature of devices based on AlGaN/GaN.

Formulation of the problem

Experience in cooling a GaAs HEMT dies to cryogenic temperatures showed that freezing of phonons and a decrease in the cross section of a “two-dimensional electron gas” in semiconductor structures based on gallium arsenide leads to an increase in the internal slope of the active element and to a decrease in parasitic active and reactive resistances. These changes entail not only a decrease in the noise figure and an increase in the gain of the transistor, but also lead to a decrease in the matching band and a decrease in the stability coefficient, which was necessary to take into account when designing cooled amplifiers, since the optimal matching circuits of the transistor at cryogenic temperatures, as a rule, do not coincide with optimal matching network under normal conditions, and vice versa. That is why it was decided to research the behavior of GaN HEMT at cryogenic temperatures.

The research of the possibility of using low-noise devices based on gallium nitride for use at cryogenic temperatures was carried out on discrete GaN HEMT manufactured by S&RE Pulsar JSC and MIC based on them in the centimeter wavelength range.

Research results

At the initial stages of the work, it was necessary to determine the stability of GaN HEMT at cryogenic temperatures and when temperatures change: stability, the nature of the change in noise temperature and gain, the influence of power modes, etc. For the research, a transistor manufactured by S&RE Pulsar JSC with Wg = 150 μm was selected. The appearance of the test transistor is shown in Fig. 1.

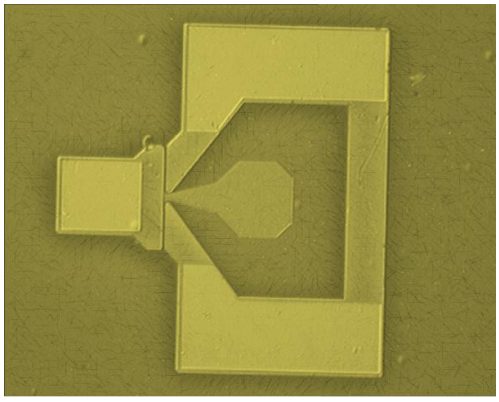

Fig. 1 Appearance of a test transistor

The block diagram of the cryogenic measuring installation is shown in Fig. 2. A closed cooling system allows reaching the base temperature T = 22 K.

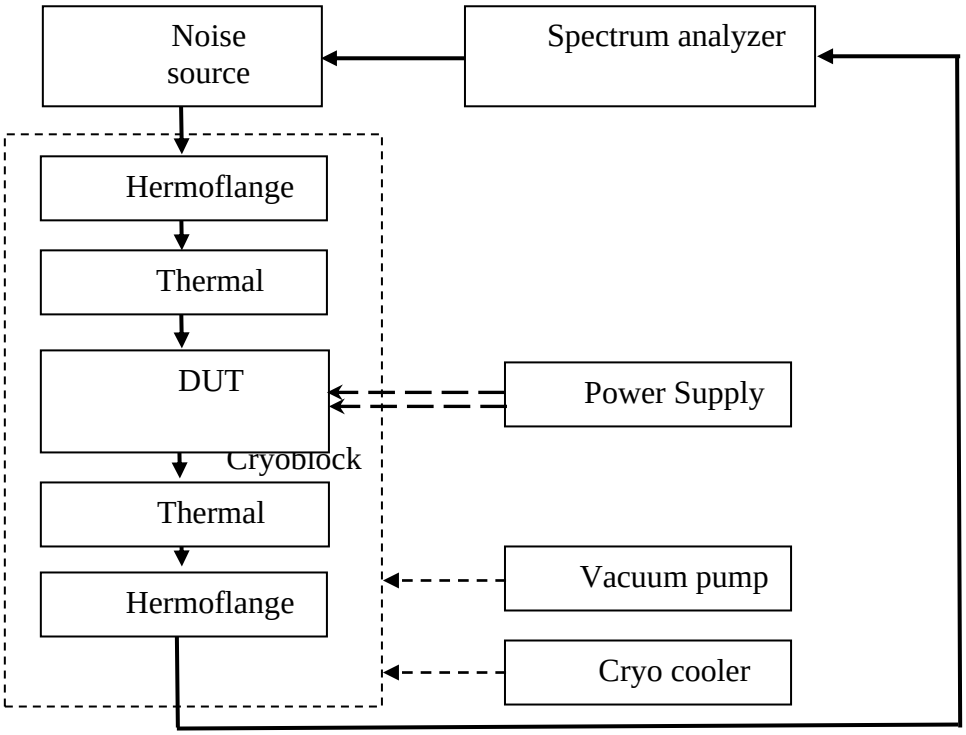

Fig. 2. Block diagram of a cryogenic measuring installation

The measurements were carried out in measuring equipment with ferrite isolators ФПВН-381 installed at the input and output.

At the first stage, to assess the operability of the transistor at cryogenic temperatures, the I–V characteristics of the transistor were measured at various ambient temperatures. The current-voltage characteristic at temperatures from 90 to 300 K is shown in Fig. 3.

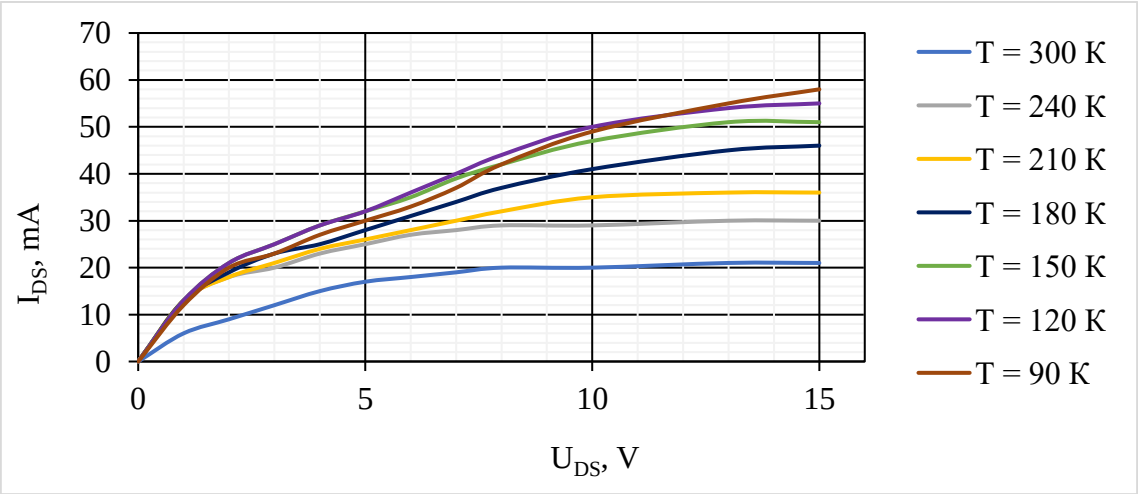

Fig. 3 I–V characteristics of the test transistor in the temperature range

Analysis of the I–V characteristic shows that at low voltage at the drain, the drain current increases slightly with decreasing base temperature, and at high voltages, the change becomes significant and at a drain-source voltage of U_{DS}> 15 V, the drain current I_{DS} increases three times with a temperature difference ΔT = 210 K. This is due to an increase in the mobility of charge carriers in the channel, caused by the deactivation of deep levels with decreasing temperature. At the next stage, the gain and noise figure of the transistor were measured at the drain voltage UDS = 8 V, since at higher voltages a significant increase in current is observed depending on the temperature. In order to ensure the stability of measurements and ensure the constancy of the equivalent impedances of the generator and the load at the terminals of the transistor by external matching networks, matching was made in the band ΔF = 9.0 ... 10, GHz. The measurement results are presented in Fig. 4 and Fig. 5

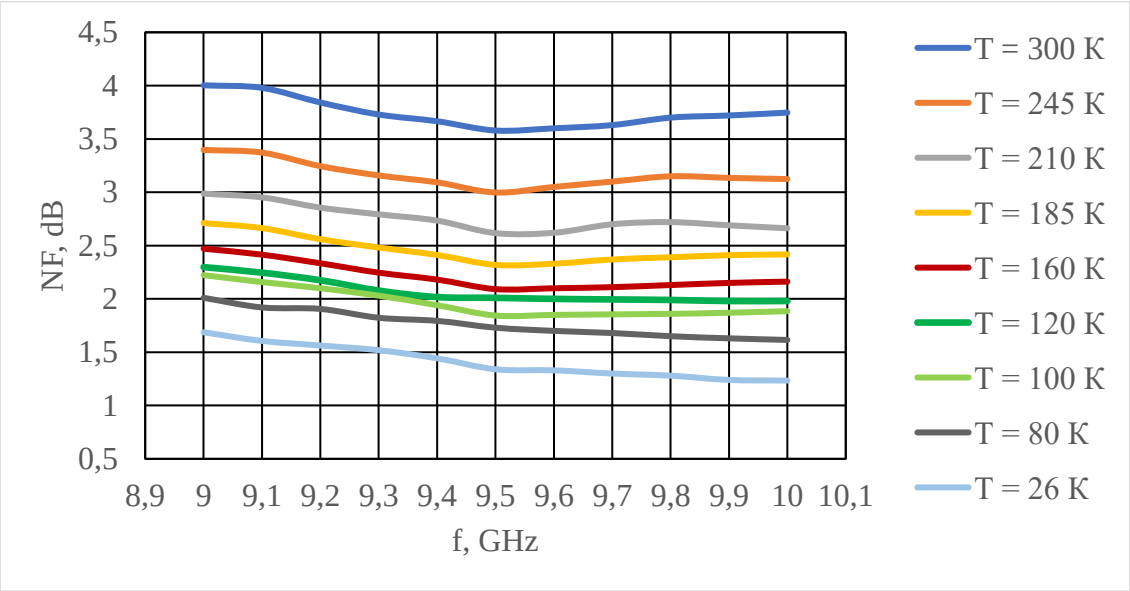

Fig. 4 GaN HEMT measured noise figure

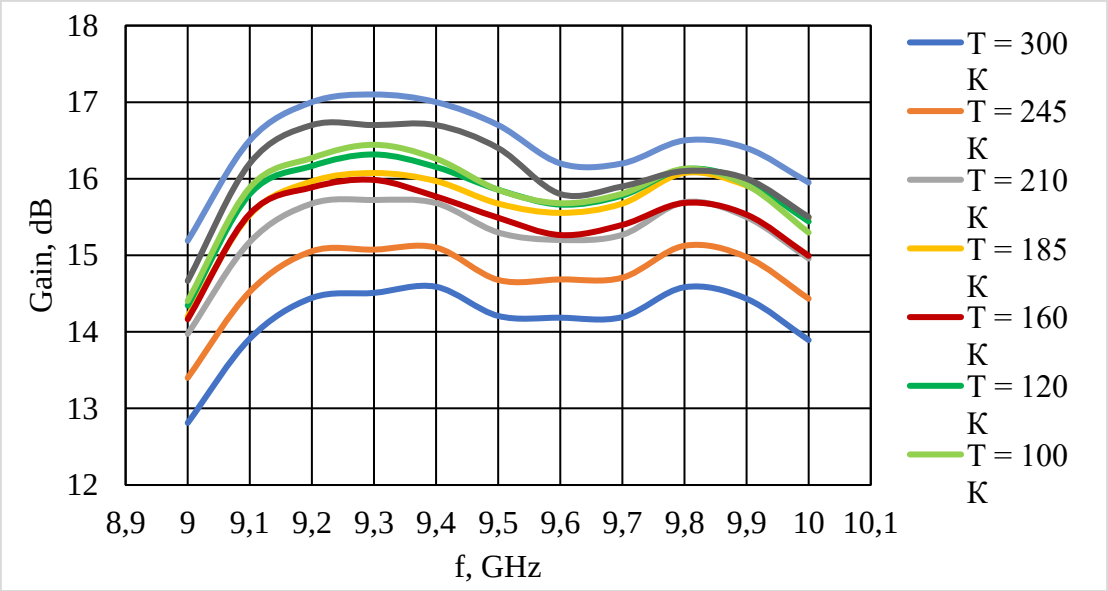

Fig. 5 GaN HEMT measured gain

From the presented dependencies it is seen that with decreasing temperature the gain increases by 3 dB, and the noise figure decreases by 2 dB at a case temperature near to Tc = 26 K. It is important to note that during cooling/heating, there are no failures and self-excitation of the transistor. Consequently, the use of gallium nitride technologies is possible to create an effective highly reliable low-noise cryo-LNA for use both as a part of space-based radio equipment, where large differences in ambient temperature are possible, and as part of ground-based radio astronomy observation and communication stations using cryo-cooling systems to increase the sensitivity of receivers.

Conclusion

It has been established that low-noise GaN HEMTs are stably operable at low temperatures, up to 20 K, while a significant decrease in noise temperature indicates that there is an “idealization” of a two-dimensional electron gas associated with the regularization of the boundaries between the layers of the AlGaN/GaN heterostructure.

The conducted researches confirm the possibility of creating a low-noise nitridagyllium electronic component base with low levels of intrinsic noise and stability of parameters for use in cryogenic temperatures, which ensures its application as a part of receivers of space-based radio-electronic systems and cryo-cooled radio astronomy systems.

References

[1] Груздов В.В., Колковский Ю.В., Миннебаев В.М. Электронные блоки на основе AlGaN/GaN/SiC СВЧ-гетеротранзисторов для космических систем // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016. № 12-2. С. 201-208.

[2] Васильев А.Г., Колковский Ю.В., Корнеев С.В., Дорофеев А.А., Миннебаев В.М. SiGe и GaN СВЧ приборы для приемопередающих и

передающих модулей // Электронная техника. Серия 2: Полупроводниковые приборы. 2009. № 2 (223). С. 5-10.

[3] Abolduyev I.M., Zubkov A.M., Minnebaev V.M. X-Band Amplifier for Active Phased-Array Antennas // Proceedings of the 1998 3rd International Conference on Satellite Communications, ICSC98. Part 1 (of 3). Moscow, Russia, 1998. С. 170-171, DOI: 10.1109/ICSC.1998.741405

[4] Mamadi R., Faez R. Influence of Aluminum Concentration of Barrier on Noise Characteristics of $Al_{0,3}Ga_{0,7}N/Al_{0,05}Ga_{0,95}N/GaN$ HEMTs // 5th SASTech 2011, Khavaran Higher-education Institute, Mashhad, Iran, May 12-14

[5] Чуков Г.В., Амбуркин Д.М., Елесин В.В., Миннебаев В.М., Будяков А.С., Савченко Е.М., Телец А.В. Эффекты мощности дозы в транзисторах на нитриде галлия // В сборнике: Твердотельная электроника. Сложные функциональные блоки РЭА. Материалы XIII научно-технической конференции. 2014. С. 268-270.

[6] Миннебаев С.В., Филатов А.Л., Краснов В.В. Малошумящий транзистор с составным каналом на основе гетероструктур AlGaN/GaN // Электронная техника. Серия 2: Полупроводниковые приборы. 2017. № 4 (247). С. 21-27.

[7] Lee J.-W., Kuliev A., Kumar V., Schwindt R., and Adesida I. Microwave noise characteristics of AlGaN/GaN HEMT's on SiC Substrates for broadband low-noise amplifiers // IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., vol. 14, no. 6, pp. 259-261, Jun. 2004

[8] Аболдуев И.М., Краснов В.В., Миннебаев С.В., Филатов А.Л. Проектирование GaN HEMT для приемных устройств // Наноиндустрия. 2018. № S (82). С. 459-463, DOI: 10.22184/1993-8578.2018.82.459.463

[9] Grishakov K.S., Elesin V.F., Ryzhuk R.V., Kargin N.I., Minnebaev S.V. Effect of Diamond and Graphene Heat Spreaders on Characteristics jf AlGaN/GaN HEMT // Physics Procedia. 2015. pp. 460-464, DOI: 10.1016/j.phpro.2015.09.093

[10] Mamadi R., Faez R., Behtoee B. Influence of Physical Parameters on Microwave Noise Characteristics of $Al_{0,3}Ga_{0,7}N/Al_{0,05}Ga_{0,95}N/GaN$ Composite-Channel HEMTs // International Journal of Applied Physics and Mathematics, vol. 2, no. 6, November 2012, pp. 442-445.

УДК 65

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИЗНЕС-МОДЕЛИ ПАССАЖИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ КОМПАНИИ

Пассар Ирина Евгеньевна
Дальневосточный государственный университет путей сообщения,
магистрант, Вагонный участок Хабаровск (ЛВЧ-1) АО «ФПК»,
начальник поезда;

IMPROVING THE PASSENGER BUSINESS MODEL RAILWAY COMPANY

Irina E. Passar
Far Eastern state University of railway transport,
master's student, Carriage section Khabarovsk (LVCH-1) JSC «FPC»,
trainmaster;

Аннотация

Статья посвящена вопросам совершенствования модели управления в пассажирской железнодорожной компании дальних перевозок. Рассматриваются предпосылки и условия изменения бизнес-модели компании в условиях жесткой конкуренции с другими видами транспорта и выполнения социально-значимой функции. В статье представлены стратегические направления развития компании АО «Федеральная пассажирская компания», дочернего общества ОАО «РЖД».

Annotation

The article is devoted to improving the management model in a long-distance passenger railway company. We consider the prerequisites and conditions for changing the company's business model in the face of fierce competition with other modes of transport and performing a socially significant function. The article presents the strategic directions of development of the company "Federal passenger company" JSC, a subsidiary of JSC "Russian Railways".

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, пассажирская компания, стратегия развития, бизнес-модель, структура управления, конкуренция, миссия, видение, АО «ФПК», ОАО «РЖД».

Keywords: railway transport, passenger company, development strategy, business model, management structure, competition, strategy, vision, JSC "FPC", JSC "Russian Railways".

Введение

В современных условиях повышение требований пассажиров к сервису железнодорожной перевозки, развитие скоростного и высокоскоростного движения, а также обострение конкуренции с другими видами

транспорта оказывают влияние на спрос в сегменте пассажирских перевозок дальнего следования и эффективность пассажирской компании, являющейся национальным перевозчиком. В настоящее время основным перевозчиком пассажиров на дальние расстояния является дочерняя компания ОАО «РЖД» АО «Федеральная пассажирская компания». В жестких условиях конкуренции с другими видами транспорта, перевозящих пассажиров, необходимо вырабатывать новые механизмы и модели управления бизнесом.

Характеристика пассажирского железнодорожного сообщения в Российской Федерации

Услугами железнодорожного пассажирского транспорта пользуются более 1 млрд. пассажиров. Железнодорожный транспорт с доступной для различных слоев населения тарифной политикой и разветвленной маршрутной сетью общего пользования является одним из главных видов сообщения в обеспечении транспортной подвижности населения России [1,2,3].

Основой дальних пассажирских перевозок в Российской Федерации в национальном масштабе является деятельность и хозяйственная база АО «Федеральная пассажирская компания» дочернее общество ОАО «РЖД». АО «ФПК» является монополистом на подавляющем большинстве направлений дальних пассажирских перевозок на внутренних маршрутах в России. Деятельность АО «Федеральная пассажирская компания» охватывает 75 из 83 регионов Российской Федерации. АО «ФПК» предоставляет возможность поездки на железнодорожном транспорте на территории проживания 98% населения страны. В дальнем международном сообщение АО «ФПК» осуществляет перевозку пассажиров в прямом и транзитном сообщении в 22 страны по 40 международным маршрутам. В количественном отношении значение перевозочной мощности АО «ФПК» выражаются в более чем 100 миллионах перевезенных пассажиров в год, что в целом соответствует 66% всего пассажирооборота в стране[1-3,6-8].

Вместе с тем перспективы роста пассажирооборота на железнодорожном транспорте в дальнем следовании существенно ограничивает конкуренция со стороны других видов транспорта, в первую очередь авиации. Для сохранения конкурентоспособности в организации перевозок по отношению к новым развивающимся сферам перевозки пассажиров за последние годы внедрены значительные инновации в схемы организации движения на железнодорожном транспорте, основанные на исследовании предпочтений пассажиров и формировании востребованного продукта компании на основе полученных данных.

Конкурентными преимуществами поездов дальнего следования АО «ФПК» является [1,6,7,8]:

- Безопасность движения
- Комфортные условия для пассажиров в пути
- Возможность перевозки людей с ограниченными возможностями
- Бесплатная перевозка детей в возрасте до 5 лет
- Минимальный сбор за переоформление и возврат билета, возможность возврата на сайте компании
- Высокие нормы провоза багажа в купе – до 36 кг, в СВ – до 50 кг
- Отсутствие длительной процедуры регистрации и близость вокзалов к центру города
- Экологичность и безопасность транспорта.

Одной из наиболее значимых проблем в деятельности АО «Федеральная пассажирская компания» на сегодняшний день является разделение тарифных опций на регулируемые (перевозки, осуществляемые в общих и плацкартных вагонах) и дерегулированные (перевозки в спальных и купейных вагонах – рыночный сегмент). Так как реализация социально-значимых перевозок на данный момент была и остается одной из приоритетных задач работы АО «ФПК», нахождение баланса между полноценным оказанием услуг в регулируемом сегменте и созданием продукта, удовлетворяющего требованиям пассажиров к качеству оказываемых перевозчиками услуг в рыночном сегменте, становится основным приоритетом развития компании в ближайшие годы [6,7,8].

Наиболее перспективной зоной развития с экономической точки зрения и с учетом социальной значимости в жизни населения, является организации высокоскоростного движения. С учетом географических особенностей Российской Федерации скорость движения и время в пути для пассажира являются важными факторами выбора метода перемещения. Данные факторы являются особенно значимыми для наиболее платёжеспособной аудитории – бизнес-сообщества и организаций, чья деятельность тесно связана с необходимостью постоянного перемещения сотрудников между наиболее развитыми агломерациями [6].

На текущий момент наибольшая активность населения и развитость экономики имеет место в центральном регионе Российской Федерации, который в свою очередь исторически центрирован с точки зрения активности бизнес-процессов вокруг нескольких экономических зон: Москвы, Санкт-Петербурга, Сочи, Нижнего Новгорода и Екатеринбурга. Улучшение транспортной доступности между Москвой и Санкт-Петербургом за последние 5 лет, обусловленное введением в эксплуатацию поездов «Сапсан», позволило увеличить пассажиропоток в данном направлении, в том числе и за счет пассажиров, ранее пользовавшимися авиатранспортом[1,6].

Исключительно важное значение имеет железнодорожный транспорт для развития Дальневосточного региона, что обусловлено его, прежде всего, географическими и экономическими

особенностями, здесь проходят важнейшие евро-азиатские коридоры. Однако, применение программ динамического ценообразования разработанных АО «ФПК» не приносит значительного эффекта в Дальневосточном регионе[6,7,8].

Развитие бизнес-модели пассажирской железнодорожной компании

На современном этапе необходимо совершенствование бизнес-модели АО «Федеральная пассажирская компания», основанной на рыночных конкурентных качествах компании. В настоящее время бизнес-модель корпоративного управления АО «ФПК» построена с учетом требований российского законодательства и представляет собой многоуровневую систему взаимоотношений участников корпоративного процесса. Организационная структура АО «ФПК» включает в себя аппарат управления, 13 региональных филиалов, три дочерних общества, вагонный участок центрального направления и семь центров. В состав филиалов входят 23 пассажирских вагонных депо, 32 вагонных участка, 10 железнодорожных агентств и Центр организации перевозок транспортных средств. Региональные филиалы отличаются и наличием собственности и протяженности и количеством подвижного состава для осуществления пассажирских дальних перевозок[6,7,8].

В мае 2018 года Указом Президента Российской Федерации № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» были определены первоочередные цели на пути к ускорению научно-технологического и социально-экономического развития страны [1-3]. В их числе:

- создание транспортных условий для вхождения Российской Федерации в число пяти крупнейших экономик мира;
- обеспечение темпов экономического роста выше мировых;
- создание в базовых отраслях экономики высокопроизводительного экспортно-ориентированного сектора, развивающегося на основе современных технологий.

На решение этих задач направлена Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года (ДПР), утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 марта 2019 года № 466-р[1-3].

В соответствии с ДПР стратегическими инициативами в секторе пассажирских перевозок являются[1-5]:

- сохранение существующей доли в пассажирообороте транспортной системы России, увеличение к 2030 году пассажирооборота в дальнем и межрегиональном сообщении в 1,3 -1,7 раза;
- реализация проектов развития скоростных и высокоскоростных перевозок, обеспечение перевозок с новым уровнем скоростей до 20 % (в структуре пассажирооборота) к 2030 году;
- планомерное обновление активов с использованием инновационных технологий и решений на основе эффективного управления стоимостью жизненного цикла, готовностью и надежностью основных фондов.

Выполнение поставленных задач невозможно без изменения бизнес-модели компании АО «ФПК», которая является основным перевозчиком пассажиров в РФ. Миссия АО «ФПК» звучит следующим образом: «Мы улучшаем качество жизни, делая Вашу поездку максимально безопасной, доступной и комфортной». Миссия АО «ФПК» подчеркивает клиентоориентированность компании. Это современный базовый принцип бизнес-модели Компании. Все, что происходит в Компании, рассматривается через призму клиентоориентированности. Любое изменение в конечном итоге удовлетворяет миссии Компании [4,5].

Видение компании также направлено на целевые ориентиры бизнес-модели АО «ФПК» - «Лидер пассажирской мобильности в Российской Федерации, высокоэффективная, финансово устойчивая компания, клиентоориентированная компания, нацеленная на увеличение стоимости при увеличении устойчивого развития мобильности для всех клиентских сегментов и регионов Российской Федерации с переходом на механизм заключения договоров об организации регулярного пассажирского железнодорожного сообщения». Направления совершенствование бизнес-модели компании представлено в таблице, и имеет четко выраженные стоимостные критерии [1,4,5].

Направления совершенствования бизнес-модели АО «ФПК»

<table>
<tr><td rowspan="5">Железнодорожный перевозчик
Зависимость от субсидий, недостаточная клиентоориентированность, устаревший парк, сложное клиентское предложение, потенциал оптимизации сети, ограниченность мультимодального предложения</td><td>АО «ФПК», 2018 г.</td><td>Цели стратегии АО «ФПК»</td><td>АО «ФПК», 2025 г. (ДПР)</td><td rowspan="5">Лидер пассажирской мобильности
Высокоэффетивная, финансово устойчивая, клиентоориентированная, социально-ответственная, нацеленная на увеличение стоимости при обеспечении развитии мобильности</td></tr>
<tr><td>92 млрд. пас-км</td><td>Пассажирооборот</td><td>107 млрд. пас-км</td></tr>
<tr><td>102 млн. чел</td><td>Количество перевезенных пассажиров</td><td>118 млн. чел</td></tr>
<tr><td>6 млрд. руб.</td><td>Чистая прибыль</td><td>20 млрд. руб.</td></tr>
<tr><td>28%</td><td>Доля рынка</td><td>32%</td></tr>
</table>

Заключение

Совершенствование бизнес-модели заключается в изменении парадигмы существования компании – это современная, цифровая, клиентоориентированная компания, с высоким уровнем доходов и прибыли. Основной бизнес Компании будет направлен на существенное повышение маршрутных скоростей, развитие комплексных услуг с другими видами транспорта (мультимодальные перевозки), наращивание объемов перевозок на внутреннем рынке РФ, повышение конкурентоспособности существующей продуктовой линейки. При этом компания продолжает выполнять роль социального перевозчика, которая заключается в обслуживании безальтернативных либо социально-значимых маршрутов.

Список литературы

Распоряжение Правительства РФ от 19.03.2019 № 466р «Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года». [Электронный ресурс] – Режим доступа - http://static.government.ru/media/files/zcAMxApAgyO7PnJ42aXtXAga2RXSVoKu.pdf

Постановление Правительства РФ от 5 декабря 2001 г. № 848 О Федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2010-2020 годы)». [Электронный ресурс] - Информационно-правовая система «Консультант Плюс». - Режим доступа - http://www.consultant.ru/document.

Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р. [Электронный ресурс] - Информационно-правовая система «Консультант Плюс». - Режим доступа - http://www.consultant.ru.

Годовой отчет ОАО РЖД за 2018.[Электронный ресурс] - Режим доступа - https://ar2018.rzd.ru/ru/performance-overview/passenger-transportation

Стратегические цели АО «ФПК». [Электронный ресурс] - Официальный сайт АО «ФПК»- Режим доступа - https://fpc.ru/static/public/ru

Китанина К.В., Каликина Т.Н. Современное состояние организации пассажирских перевозок железнодорожным транспортом в дальнем и местном сообщении в дальневосточном регионе и способы повышения эффективности работы пассажирского комплекса // Актуальные проблемы экономики и управления на транспорте: Сб. материалов 11-й Всероссийской (3-й международной) научно-практ. конференции (24 мая 2013 г.). - Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2013 г. – С. 57-60.

Каликина, Т.Н. Правила перевозок и тарифы в пассажирских сообщениях: учеб. пособие/Т.Н. Каликина, В.В. Комарова, К.В. Китанина – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2016.- 104 с.

Каликина, Т.Н. Управление пассажирскими компаниями: учеб. пособие/Т.Н. Каликина, В.В. Комарова. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2017.- 158 с.

РЕАКЦИЯ УПРУГОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА НА ДВИЖУЩУЮСЯ В ТРЕХСЛОЙНОЙ ОБОЛОЧКЕ ПЕРИОДИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ

Украинец Виталий Николаевич
доктор техн. наук, профессор
Павлодарский государственный университет
г. Павлодар
Гирнис Светлана Римонтасовна
кандидат техн. наук, ассоциированный профессор
Павлодарский государственный университет
г. Павлодар
Булыга Леонид Леонидович
кандидат техн. наук, ассоциированный профессор
Павлодарский государственный университет
г. Павлодар

REACTION OF AN ELASTIC HALF-SPACE TO MOVING IN A THREE-LAYER SHELL PERIODIC LOAD

Ukrainets Vitaliy Nikolaevich
Doctor of Technical Sciences, professor
Pavlodar state university
Pavlodar
Girnis Svetlana Rimontasovna
Candidate of Technical Sciences, associate professor
Pavlodar state university
Pavlodar
Bulyga Leonid Leonidovich
Candidate of Technical Sciences, associate professor
Pavlodar state university
Pavlodar

Аннотация

Решена задача о действии периодической нагрузки на подкреплённую трехслойной круговой цилиндрической оболочкой полость, расположенную в упругом полупространстве. Решение получено для случая, когда скорость движения нагрузки меньше скорости волны Рэлея в полупространстве.

Abstract

The problem of the action of a periodic load on a cavity supported by a three-layer circular cylindrical shell located in an elastic half-space is solved. The solution is obtained for the case when the speed of the load is less than the speed of the Rayleigh wave in half space.

Ключевые слова: упругое полупространство, трехслойная оболочка, подвижная периодическая нагрузка, напряженно-деформированное состояние.

Key words: elastic half-space, three-layered shell, periodic moving load, tense-deformed condition.

Постановка задачи. Рассмотрим расположенную в линейно-упругом, однородном и изотропном полупространстве (массиве) бесконечно длинную круговую цилиндрическую трехслойную оболочку, внутренним слоем которой является толстостенная оболочка (заполнитель), а внешние слои (обшивка) представляют собой тонкостенные оболочки с радиусами срединных поверхностей R_1, R_2 и толщинами h_{01}, h_{02} (рисунок 1).

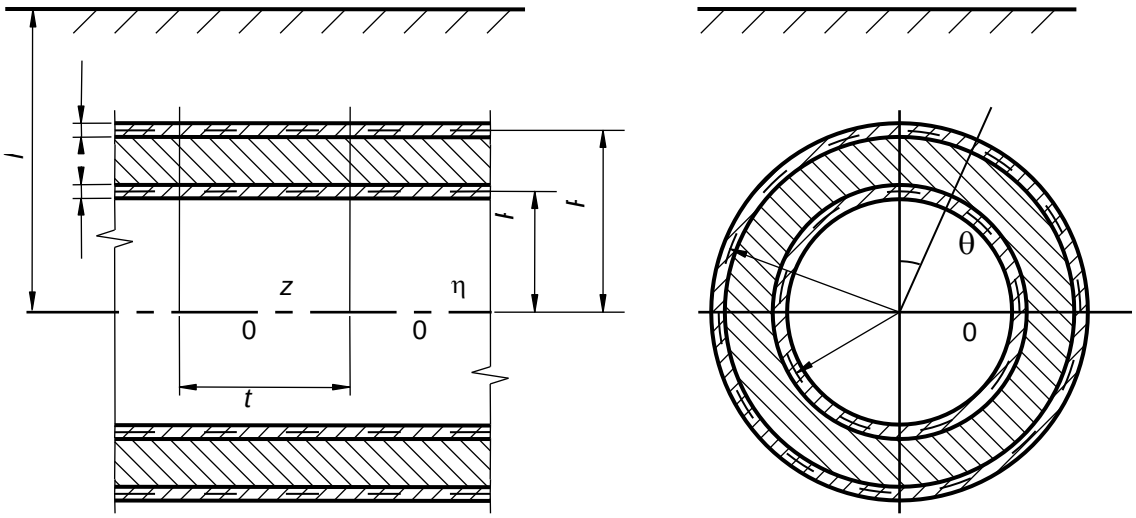

Рисунок 1 – Трёхслойная оболочка в упругом полупространстве

В силу малости толщины составляющих обшивку слоев допускается, что они контактируют с заполнителем и окружающим массивом вдоль срединных поверхностей. При этом контакт между оболочкой и массивом полагается либо жестким, либо скользящим при двусторонней связи в радиальном направлении. Контакт между слоями оболочки полагается жёстким. Плоская граница полупространства свободна от нагрузок.

По внутренней поверхности оболочки в направлении её оси z с постоянной скоростью c движется нагрузка интенсивностью P. Скорость движения нагрузки принимается дозвуковой, т. е. меньше скоростей распространения волн сдвига в заполнителе и массиве. Физико-механические свойства массива и заполнителя характеризуются соответственно следующими постоянными: ν_1, μ_1, ρ_1; ν_2, μ_2, ρ_2,где ν_k – коэффициент Пуассона, μ_k – модуль сдвига, ρ_k – плотность ($k = 1, 2$). В дальнейшем индекс $k = 1$ относится к массиву, а $k = 2$ – к заполнителю.

Для описания движения массива и заполнителя используются динамические уравнения теории упругости в связанной с нагрузкой подвижной системой координат $(r, \theta, \eta = z - ct)$ [1]

$$\left(M_{pk}^{-2} - M_{sk}^{-2}\right) grad \;\; div\, \boldsymbol{u}_k + M_{sk}^{-2}\nabla^2\boldsymbol{u}_k = \partial^2\boldsymbol{u}_k/\partial\eta^2\,, \;\; k = 1,\ 2, \tag{1}$$

где $M_{pk} = c/c_{pk}$, $M_{sk} = c/c_{sk}$ – числа Маха; $c_{pk} = \sqrt{(\lambda_k + 2\mu_k)/\rho_k}$, $c_{sk} = \sqrt{\mu_k/\rho_k}$ – скорости распространения волн расширения-сжатия и сдвига в массиве и заполнителе, $\lambda_k = 2\mu_k\nu_k/(1 - 2\nu_k)$; $\mathbf{u}_k$ – векторы смещений точек массива и заполнителя, ∇^2 – оператор Лапласа.

Колебания слоев обшивки описываются классическими уравнениями теории тонких оболочек в подвижной системе координат [1-3]

$$\left[1 - \frac{(1-\nu_{0k})\rho_{0k}c^2}{2\mu_{0k}}\right]\frac{\partial^2 u_{0\eta k}}{\partial\eta^2} + \frac{1-\nu_{0k}}{2R_k^2}\frac{\partial^2 u_{0\eta k}}{\partial\theta^2} + \frac{1+\nu_{0k}}{2R_k}\frac{\partial^2 u_{0\theta k}}{\partial\eta\partial\theta} + \frac{\nu_{0k}}{R_k}\frac{\partial u_{0rk}}{\partial\eta} =$$

$$= \frac{1-\nu_{0k}}{2\mu_{0k}h_{0k}}\left(q_{\eta k} - q_{\eta R_k}\right),$$

$$\frac{1+\nu_{0k}}{2R_k}\frac{\partial^2 u_{0\eta k}}{\partial\eta\partial\theta} + \frac{(1-\nu_{0k})}{2}\left(1 - \frac{\rho_{0k}c^2}{\mu_{0k}}\right)\frac{\partial^2 u_{0\theta k}}{\partial\eta^2} + \frac{1}{R_k^2}\frac{\partial^2 u_{0\theta k}}{\partial\theta^2} + \frac{1}{R_k^2}\frac{\partial u_{0rk}}{\partial\theta} =$$

$$= \frac{1-\nu_{0k}}{2\mu_{0k}h_{0k}}\left(q_{\theta k} - q_{\theta R_k}\right), \tag{2}$$

$$\frac{\nu_{0k}}{R_k}\frac{\partial u_{0\eta k}}{\partial\eta} + \frac{1}{R_k^2}\frac{\partial u_{0\theta k}}{\partial\theta} + \frac{h_{0k}^2}{12}\nabla^2\nabla^2 u_{0rk} + \frac{(1-\nu_{0k})\rho_{0k}c^2}{2\mu_{0k}}\frac{\partial^2 u_{0rk}}{\partial\eta^2} + \frac{u_{0rk}}{R_k^2} =$$

$$= -\frac{1-\nu_{0k}}{2\mu_{0k}h_{0k}}\left(q_{rk} - q_{rR_k}\right).$$

Здесь для наружного слоя обшивки $k = 1$, для внутреннего – $k = 2$; ν_{0k}, μ_{0k}, ρ_{0k} – соответственно коэффициент Пуассона, модуль сдвига и плотность материалов слоев обшивки; $u_{0\eta k}$, $u_{0\theta k}$, u_{0rk} – перемещения точек срединных поверхностей слоев обшивки; $q_{jR_2} = \sigma_{rj2}\big|_{r=R_2}$, $q_{j1} = \sigma_{rj2}\big|_{r=R_1}$,

$q_{jR_1} = \sigma_{rj1}\big|_{r=R_1}$ – составляющие реакции заполнителя и массива, $j = \eta, \theta, r$ (при скользящем контакте оболочки с массивом $q_{\eta R_1} = q_{\theta R_1} = 0$), σ_{rj1}, σ_{rj2} – компоненты тензоров напряжений в массиве и заполнителе, $q_{j2} = P_j(\theta, \eta)$, $P_j(\theta, \eta)$ – составляющие интенсивности подвижной нагрузки $P(\theta, \eta)$, $j = \eta, \theta, r$.

Так как граница полупространства свободна от нагрузок, то, при $x = h$

$$\sigma_{xx1} = \sigma_{xy1} = \sigma_{x\eta 1} = 0. \qquad (3)$$

При различных контактных условиях оболочки с массивом граничные условия имеют вид:

- для скользящего контакта оболочки с массивом

при $r = R_1$ $u_{r1} = u_{r2}$, $u_{j2} = u_{0j1}$, $\sigma_{r\eta 1} = 0$, $\sigma_{r\theta 1} = 0$,

при r = R₂ $u_{j2} = u_{0j2}$, $j = r, \theta, \eta$; (4)

- для жёсткого контакта оболочки с массивом

при r = R₁ $u_{j1} = u_{j2}$, $u_{j1} = u_{0j1}$, при r = R₂ $u_{j2} = u_{0j2}$, $j = r,\ \theta,\ \eta$, (5)

где u_{jk} (k = 1, 2) – компоненты векторов $\mathbf{u}_k$.

Векторы $\mathbf{u}_k$ можно выразить через потенциалы Ламе

$$\boldsymbol{u_k = grad\,\phi_{1k} + rot(\phi_{2k} e_\eta) + rot\,rot(\phi_{3k} e_\eta)}, \quad \boldsymbol{k = 1,\ 2}, \qquad (6)$$

которые, как следует из (1) и (6), удовлетворяют уравнениям

$$\nabla^2 \phi_{jk} = M_{jk}^2\, \partial^2 \phi_{jk} / \partial \eta^2\,,\ j = 1,\ 2,\ 3,\ \ k = 1,\ 2, \qquad (7)$$

где $M_{1k} = M_{pk}$, $M_{2k} = M_{3k} = M_{sk}$.

Через эти же потенциалы, используя (6) и закон Гука, можно выразить компоненты тензоров напряжений σ_{lmk} в массиве (k = 1) и заполнителе (k = 2) в цилиндрической $(l, m = r, \theta, \eta)$ системе координат, а также σ_{lm1} в декартовой $(l, m = x, y, \eta)$ системе координат.

Таким образом, для определения компонент напряженно-деформированного состояния (НДС) массива и заполнителя необходимо решить уравнения (7), используя граничные условия (3) и, в зависимости от условия контакта оболочки с массивом, (4) или (5).

2. Аналитическое решение задачи. Рассмотрим случай действия на оболочку синусоидальной по η подвижной нагрузки с произвольной зависимостью от угловой координаты

$$P(\theta, \eta) = p(\theta) e^{i\xi\eta}, \quad p(\theta) = \textstyle\sum_{n=-\infty}^{\infty} P_n e^{in\theta}, \qquad (8)$$

$$P_j(\theta, \eta) = p_j(\theta) e^{i\xi\eta}, \quad p_j(\theta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} P_{nj} e^{in\theta}\,, \quad j = r, \theta, \eta,$$

где константа ξ определяет период $T = 2\pi/\xi$ действующей нагрузки.

В установившемся состоянии зависимость всех величин от η имеет вид (8), поэтому

$$\phi_{jk}(r, \theta, \eta) = \Phi_{jk}(r, \theta) e^{i\xi\eta}, \quad j = 1,\ 2,\ 3,\ \ k = 1,\ 2, \qquad (9)$$

$$u_{0jk}(\theta, \eta) = \textstyle\sum_{n=-\infty}^{\infty} u_{0njk} e^{in\theta}\, e^{i\xi\eta},\ j = r, \theta, \eta,\ k = 1,\ 2. \qquad (10)$$

Из (7) и (9) следует, что

$$\nabla_2^2 \Phi_{jk} - m_{jk}^2 \xi^2 \Phi_{jk} = 0,\ j = 1,2,3,\ \ k = 1,\ 2, \qquad (11)$$

где $m_{jk} = \left(1 - M_{jk}^2\right)^{1/2}$, $m_{1k} = m_{pk}$, $m_{2k} = m_{3k} \equiv m_{sk}$, ∇_2^2 – двумерный оператор Лапласа.

Используя (9) можно получить выражения для перемещений u_{lk} и напряжений σ_{lmk} $(l, m = r, \theta, \eta)$ в массиве (k = 1) и заполнителе (k = 2), а также u_{l1}, σ_{lm1} $(l, m = x, y, \eta)$ в массиве как функции от Φ_{jk}.

В дозвуковом случае $M_{sk} < 1$ ($m_{sk} > 0$, k = 1, 2), и решения уравнений (11) можно представить в виде [1-3]

$$\Phi_{jk} = \Phi_{jk}^{(1)} + \Phi_{jk}^{(2)},\ j = 1,2,3,\ \ k = 1,\ 2, \qquad (12)$$

где:

- для массива

$$\Phi_{j1}^{(1)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj} K_n\left(k_{j1} r\right) e^{in\theta},\ \Phi_{j1}^{(2)} = \int_{-\infty}^{\infty} g_j(\xi,\zeta)\, exp \quad \left(iy\zeta + (x-h)\sqrt{\zeta^2 + k_{j1}^2}\right)\ d\zeta; \tag{13}$$

- для заполнителя

$$\Phi_{j2}^{(1)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj+3} K_n\left(k_{j2} r\right) e^{in\theta},\ \Phi_{j2}^{(2)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj+6} I_n(k_{j2} r)\ \ e^{in\theta}. \tag{14}$$

Здесь $I_n(k_j r)$, $K_n(k_j r)$ – соответственно модифицированные функции Бесселя и функции Макдональда, $k_{j1} = \left|m_{j1}\xi\right|$, $k_{j2} = \left|m_{j2}\xi\right|$; $g_j(\xi,\zeta)$, $a_{n1},\ldots,a_{n9}$ – неизвестные функции и коэффициенты, подлежащие определению, j = 1, 2, 3.

Как показано в [3], представление потенциалов для полупространства в форме (12) приводит к их следующим выражениям в декартовой системе координат:

$$\Phi_{j1} = \int_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{e^{-xf_j}}{2f_j} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj}\Phi_{nj} + g_j(\xi,\zeta) e^{(x-h)f_j}\right] e^{iy\zeta} d\zeta, \tag{15}$$

где $f_j = \sqrt{\zeta^2 + k_{j1}^2}$, $\quad \Phi_{nj} = \left[\left(\zeta + f_j\right)/k_{j1}\right]^n$, $\ j = 1,2,3.$

Воспользуемся граничными условиями (3), с учетом (15). Выделяя коэффициенты при $e^{iy\zeta}$ и приравнивая, в силу произвольности y, их нулю, получим систему трех уравнений, из которой выражаем функции $g_j(\xi,\zeta)$ через неизвестные коэффициенты a_{n1}, a_{n2}, a_{n3}:

$$g_j(\xi,\zeta) = \frac{1}{\Delta^*} \sum_{l=1}^{3} \Delta_{jl}^* e^{-hf_l} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nl}\Phi_{nl}, \tag{16}$$

Вид определителя Δ^* и алгебраических дополнений Δ_{jl}^* совпадает с аналогичными определителями для неподкрепленной полости в упругом полупространстве и определён в [3]. В частности, здесь Δ^* – это определитель Рэлея, который в данном случае имеет вид

$$\Delta^* = (2\rho_*^2 - \beta^2)^2 - 4\rho_*^2\sqrt{\rho_*^2 - \alpha^2}\sqrt{\rho_*^2 - \beta^2},$$
$$\alpha = M_{p1}\xi,\ \beta = M_{s1}\xi,\ \rho_*^2 = \xi^2 + \zeta^2,$$

и не обращается в ноль при любых ζ, если скорость движения нагрузки меньше скорости рэлеевской волны c_R в полупространстве. В противном случае в точках $\zeta = \pm\zeta^* = \pm|\xi|\sqrt{M_R^2 - 1}$, $M_R = c/c_R$, он обращается в ноль, и интегралы в формуле (15) становятся расходящимися.

Ограничимся случаем $c < c_R$. Тогда все подынтегральные функции в (15) непрерывны и экспоненциально стремятся к нулю на бесконечности. С учетом (16), потенциалы (15) имеют вид

$$\Phi_{j1} = \int_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{e^{-xf_j}}{2f_j} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj}\Phi_{nj} + e^{(x-h)f_j} \sum_{l=1}^{3} \frac{\Delta_{jl}^*}{\Delta^*} e^{-hf_l} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nl}\Phi_{nl}\right] e^{iy\zeta} d\zeta. \tag{17}$$

Следует отметить, что скорость рэлеевской волны c_R несколько ниже (на 5÷10%) скорости волн сдвига в массиве.

Используя известное при $x < h$ соотношение [3]

$$exp\left(iy\zeta + (x-h)\sqrt{\zeta^2 + k_j^2}\right) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} I_n(k_j r)\, e^{in\theta} \left[\left(\zeta + \sqrt{\zeta^2 + k_j^2}\right)/k_j\right]^n e^{-h\sqrt{\zeta^2 + k_j^2}},$$

представим Φ_{j1} (12) в цилиндрической системе координат

$$\Phi_{j1} = \sum_{n=-\infty}^{\infty}\left(a_{nj} K_n(k_{j1} r) + I_n(k_{j1} r) \int_{-\infty}^{\infty} g_j(\xi,\zeta)\ \ \Phi_{nj} e^{-hf_j} d\zeta\right)\ e^{in\theta}.$$

Подставляя в последнее выражение из (16) $g_j(\xi,\zeta)$, для $c < c_R$ получим

$$\Phi_{j1} = \sum_{n=-\infty}^{\infty}\left(a_{nj} K_n(k_{j1} r) + b_{nj} I_n(k_{j1} r)\right)\ e^{in\theta}, \tag{18}$$

$$где\ b_{nj} = \sum_{l=1}^{3} \sum_{m=-\infty}^{\infty} a_{ml} A_{nj}^{ml},\ A_{nj}^{ml} = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta_{jl}^*}{\Delta^*} \Phi_{ml}\Phi_{nj} e^{-h(f_l + f_j)}\, d\zeta.$$

Подставляя найденные для потенциалов соотношения в выражения для u_{lk} и σ_{lmk}, получим новые выражения, где неизвестными будут только коэффициенты $a_{n1},\dots,a_{n9}$.

Подставляя (10) в (2), для n-го члена разложения получим

$$\varepsilon_{1k}^2 u_{0n\eta k} + \nu_{02k} n \xi_{0k} u_{0n\theta k} - 2i\nu_{0k}\xi_{0k} u_{0nrk} = G_{0k}\left(q_{n\eta k} - q_{n\eta R_k}\right),$$

$$\nu_{02k} n \xi_{0k} u_{0n\eta k} + \varepsilon_{2k}^2 u_{0n\theta k} - 2in u_{0nrk} = G_{0k}\left(q_{n\theta k} - q_{n\theta R_k}\right), \tag{19}$$

$$2i\nu_{0k}\xi_{0k} u_{0n\eta k} + 2in u_{0n\theta k} + \varepsilon_{3k}^2 u_{0nrk} = G_{0k}\left(q_{nrk} - q_{nrR_k}\right),$$

где $k = 1, 2$; $\varepsilon_{1k}^2 = \alpha_{0k}^2 - \varepsilon_{0k}^2$, $\varepsilon_{2k}^2 = \beta_{0k}^2 - \varepsilon_{0k}^2$, $\varepsilon_{3k}^2 = \gamma_{0k}^2 - \varepsilon_{0k}^2$, $\xi_{0k} = \xi R_k$,

$$\alpha_{0k}^2 = 2\xi_{0k}^2 + \nu_{01k} n^2,\ \beta_{0k}^2 = \nu_{01k}\xi_{0k}^2 + 2n^2,\ \gamma_{0k}^2 = \chi_k^2\left(\xi_{0k}^2 + n^2\right)^2 + 2,\ \varepsilon_{0k}^2 = \nu_{01k}\xi_{0k}^2 M_{s0k}^2,$$

$$\nu_{01k} = 1 - \nu_{0k}, \nu_{02k} = 1 + \nu_{0k},\ M_{s0k} = c/c_{s0k},\ c_{s0k} = \sqrt{\frac{\mu_{0k}}{\rho_{0k}}},\ \chi_k^2 = \frac{h_{0k}^2}{6R_k^2},\ G_{0k} = -\frac{\nu_{01k}R_k^2}{\mu_{0k}h_{0k}};$$

$$q_{nj1} = \left(\sigma_{rj2}\right)_n\Big|_{r=R_1}, q_{jR_1} = \left(\sigma_{rj1}\right)_n\Big|_{r=R_1}, q_{nj2} = P_{nj}(\theta,\eta), q_{jR_2} = \left(\sigma_{rj2}\right)_n\Big|_{r=R_2}, j = \eta,\theta,r.$$

Разрешая (19) относительно $u_{0n\eta k}$, $u_{0n\theta k}$, u_{0nrk}, находим

$$u_{0n\eta k} = \frac{G_{0k}}{\delta_{nk}}\sum_{j=1}^{3}\delta_{\eta jk}\left(q_{njk} - q_{njR_k}\right),$$

$$u_{0n\theta k} = \frac{G_{0k}}{\delta_{nk}}\sum_{j=1}^{3}\delta_{\theta jk}\left(q_{njk} - q_{njR_k}\right), \tag{20}$$

$$u_{0nrk} = \frac{G_{0k}}{\delta_{nk}}\sum_{j=1}^{3}\delta_{rjk}\left(q_{njk} - q_{njR_k}\right).$$

Здесь $\delta_{nk} = \delta_{|n|k} = (\varepsilon_{1k}\varepsilon_{2k}\varepsilon_{3k})^2 - (\varepsilon_{1k}\xi_1)^2 - (\varepsilon_{2k}\xi_{2k})^2 - (\varepsilon_{3k}\xi_{3k})^2 + 2\xi_1\xi_{2k}\xi_{3k}$,

$$\delta_{\eta 1k} = (\varepsilon_{2k}\varepsilon_{3k})^2 - \xi_1^2,\quad \delta_{\eta 2k} = \xi_1\xi_{2k} - \xi_{3k}\varepsilon_{3k}^2,\quad \delta_{\eta 3k} = i(\varepsilon_{2k}^2\xi_{2k} - \xi_1\xi_{3k}),$$

$$\delta_{\theta 1k} = \delta_{\eta 2k},\quad \delta_{\theta 2k} = (\varepsilon_{1k}\varepsilon_{3k})^2 - \xi_{2k}^2,\quad \delta_{\theta 3k} = i(\varepsilon_{1k}^2\xi_1 - \xi_{2k}\xi_{3k}),$$

$$\delta_{r1k} = -\delta_{\eta 3k},\quad \delta_{r2k} = -\delta_{\theta 3k},\quad \delta_{r3k} = (\varepsilon_{1k}\varepsilon_{2k})^2 - \xi_{3k}^2,$$

$$\xi_1 = 2n,\quad \xi_{2k} = 2\nu_{0k}\xi_{0k},\quad \xi_{3k} = \nu_{02k}\xi_{0k}n,$$

для q_{njk} и q_{njR_k} индекс $j = 1$ соответствует индексу η, $j = 2 - \theta$, $j = 3 - r$.

Для определения коэффициентов $a_{n1},\dots,a_{n9}$ воспользуемся, в зависимости от условия сопряжения оболочки со средой, граничными условиями (4) или (5). Подставляя в граничные условия соответствующие выражения и приравнивая коэффициенты рядов при $e^{in\theta}$, получим бесконечную систему ($n = 0, \pm1, \pm2,\dots$) линейных алгебраических уравнений, для решения которой можно использовать метод редукции или более удобный для решения поставленной задачи метод последовательных отражений [3], позволяющий при каждом последовательном отражении решать систему линейных уравнений блочно-диагонального вида. В случае произвольной периодической по η нагрузки, разлагая ее в ряд Фурье, для каждой составляющей ряда получим вышерассмотренную задачу.

Список литературы.

1. Украинец В.Н., Гирнис С.Р. Математическое моделирование динамики подкрепленных двухслойными оболочками тоннелей при действии транспортных нагрузок. – Павлодар: Кереку, 2018. – 116 с.

2. Алексеева Л.А., Украинец В.Н. Динамика упругого полупространства с подкрепленной цилиндрической полостью при подвижных нагрузках //Прикладная механика. НАН Украины – Киев, 2009. – Т. 45. – № 9. – С. 75–85.

3. Украинец В.Н. Динамика тоннелей и трубопроводов мелкого заложения под воздействием подвижных нагрузок. – Павлодар: НИЦ ПГУ, 2006. – 123 с.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ «CHEMMETR1.0» ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕТОДИК ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Воронин Александр Васильевич
кандидат фарм. наук, доцент
Самарский государственный медицинский университет
г. Самара
Сынбулатов Ирек Вадимович
Ассистент
Самарский государственный медицинский университет
г. Самара

USING COMPUTER PROGRAM «CHEMMETR 1.0» FOR METROLOGICAL EVALUATION OF DRUG QUALITY CONTROL

Voronin Alexander
Candidate of Science, assistant professor
Samara State Medical University, Samara
Synbulatov Irek
Assistant
Samara State Medical University, Samara

Аннотация

Целью работы является демонстрация возможностей компьютерной программы «ChemMetr 1.0» для метрологической оценки методик фармацевтического анализа. Для статистической обработки результатов анализа использованы методы вариационной статистики согласно требованиям Государственной Фармакопеи РФ XIV издания. Рассмотрена методика количественного определения суммы флавоноидов в образцах травы различных видов горцев методом спектрофотомерии. Различие результатов из отчета аналитика и расчетных параметров свидетельствует о некорректности процедуры метрологической оценки методики количественного определения, либо о преднамеренной фальсификации результатов. Предложен алгоритм оценки содержательной части протоколов валидации, верификации аналитических методик фармацевтического анализа, а также печатных публикаций по разработке методик количественного определения.

Abstract

The aim of study is demonstrate the capabilities of computer program «ChemMetr 1.0» for metrological evaluation of drug quality control. The variation statistics method with the requirements of Russian Federation Pharmacopoeia XIV edition for statistical processing were used. The flavonoids quantitation technique by spectrophotometry in samples medicinal plants Polygonum was considered. The difference in results from the analysis's report and program calculated metrological parameters indicates the incorrectness of the metrological evaluation procedure for quantitation, or results falsification. The algorithm to evaluate validation protocols, analytical methods verification protocols, and articles for drug quality control was developed.

Ключевые слова: метрологическая характеристика; компьютерная программа; фармацевтический анализ.

Keywords: metrological evaluation; computer program; drug quality control.

В фармацевтическом анализе для целей контроля качества лекарственных средств традиционно используется процедура валидации аналитических методик. Все методики, включенные в нормативные документы, должны быть валидированы, к их числу относятся методики для количественного определения действующих веществ в фармацевтических субстанциях, а также готовых лекарственных препаратах и лекарственном растительном сырье, которые являются многокомпонентными объектами анализа. Подходы к валидации любого испытания зависят от его типа и применяемого аналитического метода [1].

Метрологическая характеристика метода анализа (количественного определения), согласно требованиям ГФ XIV, предполагает определение параметров прецизионности: стандартного отклонения S и дисперсии S^2, а также параметров правильности: относительная величина систематической ошибки δ. Параметры правильности возможно оценить только в случаях доступности аналитику истинного значения измеряемой величины μ (или принятого опорного значения). В качестве принятого опорного значения используют концентрацию анализируемого вещества в стандартном образце [2].

Определяемые согласно фармакопейным требованиям относительные ошибки результата

отдельного определения ε и среднего результата $\varepsilon_{сред}$, рассматривались нами как интегральный показатель погрешности методики количественного определения.

Важным элементом статистической обработки полученной выборки результатов количественного определения является оценка ее однородности: для малых выборок (n<10) – с помощью Q-критерия; для выборок большого объема (n≥10) – на основании сравнения отклонения отдельного результата от величины $3 \cdot S$ («критерий $3 \cdot S$»).

Цель работы – демонстрация возможностей автоматизации процедуры метрологической характеристики методики количественного определения как важного элемента внедрения стандартных метрологических процедур в практику рутинного анализа.

Результаты. Нами разработана компьютерная программа «ChemMetr 1.0» для IBM PC-совместимых персональных компьютеров (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017663573)[3]. Программа предназначена для автоматического расчета метрологических характеристик методик количественного химического анализа в фармацевтическом, химико-токсикологическом анализах и судебно-химической экспертизе. Может применяться для метрологической характеристики методов количественного химического анализа в практической деятельности провизоров-аналитиков и химиков-экспертов при исследовании фармацевтических субстанций, многокомпонентных объектов аналитического контроля (лекарственного растительного сырья, лекарственных препаратов, биологического материала – органов и биологических жидкостей, объектов небиологического происхождения).

Основные модули программы «ChemMetr 1.0» представлены на рисунке 1.

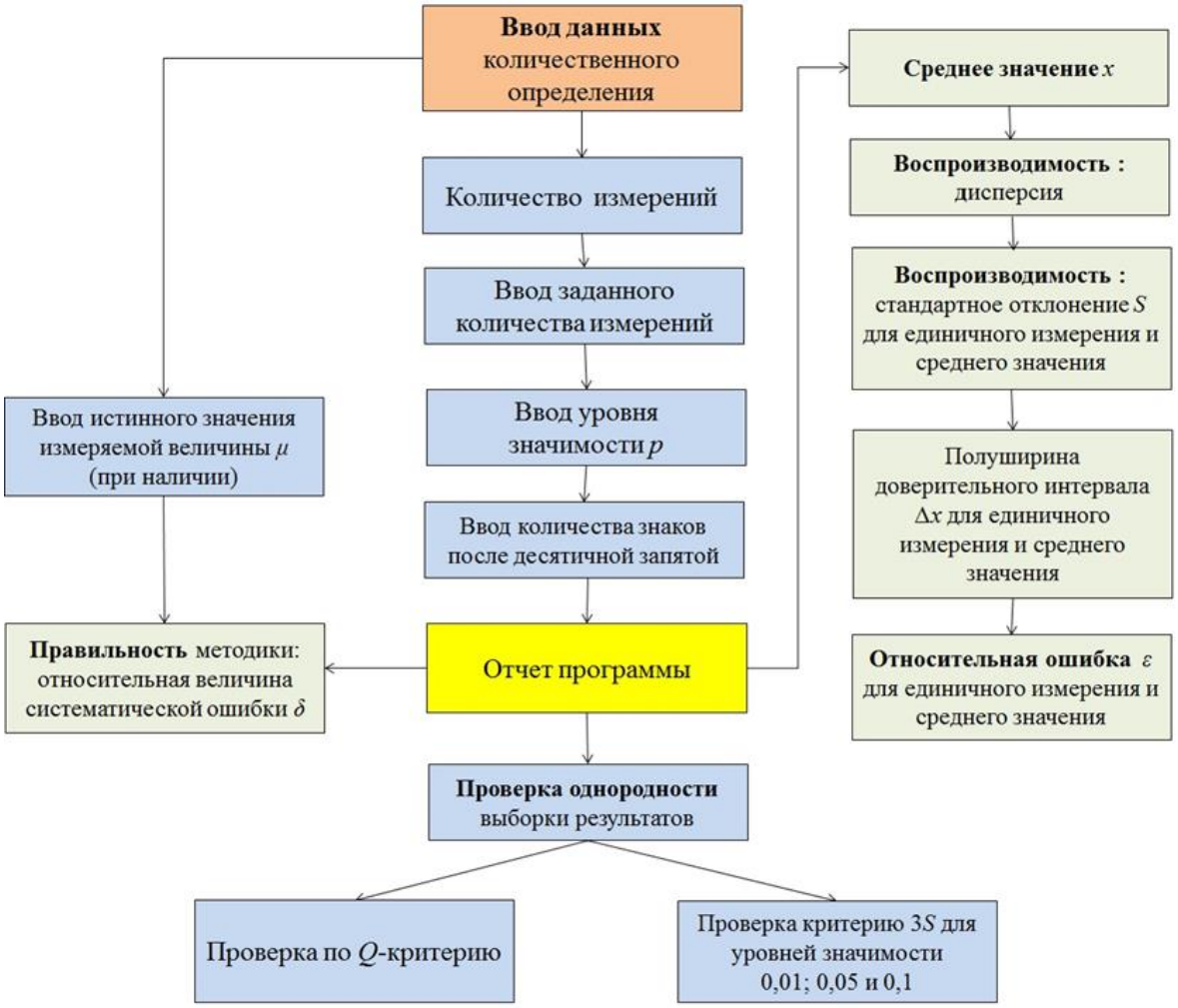

Рисунок 1. Структура компьютерной программы «ChemMetr 1.0»

Программа позволяет реализовывать следующие функции:

- проверять однородность выборки значений результатов количественного химического анализа (по Q-критерию и по критерию $3 \cdot S$);
- исключать результаты анализа, отягощенные грубой ошибкой;
- оценивать величины доверительных интервалов, параметры воспроизводимости, систематическую погрешность (при наличии образцов сравнения – стандартных образцов анализируемых объектов);

- формировать итоговый отчет по метрологическим характеристикам методики количественного химического анализа.

«Гибкость» компьютерной программы и поддержка любым интернет-браузером позволяет использовать ее на планшетных компьютерах и мобильных телефонах с операционными системами Windows 7/8/10 и Android.

Данная компьютерная программа ориентирована на решение следующих задач:

- расчетной – автоматизированный расчет метрологических характеристик методик количественного анализа;

- обучающей – предложена для обучения студентов и ординаторов основным метрологическим аспектам фармацевтического анализа;

- контролирующей – предварительная априорная экспертиза корректности определения метрологических характеристик в анализе.

Наиболее важной для практики фармацевтического анализа является возможность реализации контролирующей функции компьютерной программы «ChemMetr 1.0», она была показана на примере из практики контроля качества лекарственного растительного сырья.

Пример. Для этого была рассмотрена методика количественного определения суммы флавоноидов в образцах травы различных видов горцев методом спектрофотомерии согласно Государственной Фармакопеи РФ XIV издания.

Таблица 1

Метрологические характеристики методики количественного анализа суммы флавоноидов в образцах травы различных видов горцев (по итогам отчета химика-аналитика)

μ	f	$x_{сред}$	S^2	S	P	t(P, f)	Δx	$\varepsilon_{сред}$	δ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Трава горца птичьего									
-	9	0,84	0,00026	0,016	95	2,26	±0,037	± 4,52	-
Трава горца перечного									
-	9	1,12	0,00044	0,021	95	2,26	±0,046	± 4,17	-
Трава горца почечуйного									
-	9	0,73	0,00019	0,014	95	2,26	±0,032	± 4,34	-

По результатам анализа образцов травы видов горцев химиком-аналитиком отделом контроля качества фармацевтического предприятия Х... был представлен отчет по метрологическим характеристикам методик (табл. 1).

Корректность статистической обработки результатов анализа нами не контролировалась.

Исходя из полученных величин средних значений содержаний флавоноидов в исследуемых образцах и величин стандартных отклонений *S*, с помощью модуля «генерация случайных чисел» приложения MS Excel (для нормального закона распределений) нами были получены модельные выборки содержаний суммы флавоноидов (*n*=10) каждого вида сырья (табл. 2).

Таблица 2

Модельные выборки содержаний суммы флавоноидов в образцах травы различных видов горцев

№	Содержание суммы флавоноидов, %		
	Трава горца птичьего	Трава горца перечного	Трава горца почечуйного
1.	0,86	1,13	0,74
2.	0,83	1,12	0,71
3.	0,85	1,12	0,73
4.	0,82	1,12	0,74
5.	0,85	1,11	0,75
6.	0,84	1,14	0,75
7.	0,78	1,13	0,72
8.	0,86	1,10	0,76
9.	0,85	1,13	0,73
10.	0,81	1,10	0,74

Затем полученные выборки значений содержаний суммы флавоноидов были загружены в программу «ChemMetr 1.0», с помощью который была произведена оценка их однородности, расчет необходимого набора метрологических характеристик при заданном нами уровне доверительной вероятности 95%. Рассчитанные метрологические характеристики представлены в таблице 3.

Сравнение метрологических характеристик методики количественного анализа суммы флавоноидов в образцах травы различных видов горцев, полученных из отчета химика-аналитика и по итогам расчета с помощью программы «ChemMetr 1.0», показывает следующие особенности:

- в условиях недоступности значений первичной выборки отчета по метрологическим характеристикам невозможно оценить:

проводилась или нет оценка однородности выборки химиком-аналитиком; каким способом проводилась эта оценка; стандартное отклонение и полуширина доверительного интервала относятся к результатам единичного измерения или среднего значения;

- полученные значения модельной выборки подчиняются закону нормального распределения, поэтому адекватно воспроизводят недоступные нам результаты анализа;

- стандартные отклонения S и относительные ошибки определений ε из отчета химика-аналитика по величине не соответствуют величинам стандартных отклонений и относительных ошибок единичных измерений S, ε и средних значений $S_{сред}$, $\varepsilon_{сред}$, что показывает некорректность реального аналитического эксперимента.

В рассматриваемом нами случае отсутствуют выраженные закономерности несоответствия. Для определения суммы флавоноидов в траве горца птичьего относительная погрешность из отчета составляет 4,52%, при этом расчетные погрешности единичного определения и среднего значения составляют 6,39% и 2,02% соответственно. Для травы горца птичьего рассчитанные погрешности меньше погрешности, представленной в отчете. Только в случае анализа травы горца почечуйного относительная погрешность из отчета 4,34% имеет практически одинаковое значение с рассчитанной погрешностью среднего значения 4,56%.

Различие результатов из отчета и расчетных параметров свидетельствует о некорректности (полном отсутствии) процедуры метрологической оценки методики количественного определения, либо о преднамеренной фальсификации результатов с целью снижения относительной ошибки результатов единичного определения и среднего результата.

Таблица 3

Метрологические характеристики методики количественного анализа суммы флавоноидов в образцах травы различных видов горцев (по итогам отчета программы «ChemMetr 1.0»)

μ	f	$x_{сред}$	S^2	S	P	t(P, f)	Δx	ε	δ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Трава горца птичьего									
-	9	0,83	0,00060	0,024	95	2,26	±0,053	± 6,39	-
				0,0075*	95	2,26	±0,017*	± 2,02*	-
Трава горца перечного									
-	9	1,12	0,00022	0,015	95	2,26	±0,033	± 2,97	-
				0,00046*	95	2,26	±0,010*	± 0,94*	-
Трава горца почечуйного									
-	9	0,74	0,00020	0,015	95	2,26	±0,034	± 4,56	-
				0,0047*	95	2,26	±0,011*	± 1,44*	-

*стандартное отклонение $S_{сред}$, полуширина доверительного интервала Δx, относительная ошибка для среднего значения $\varepsilon_{сред}$.

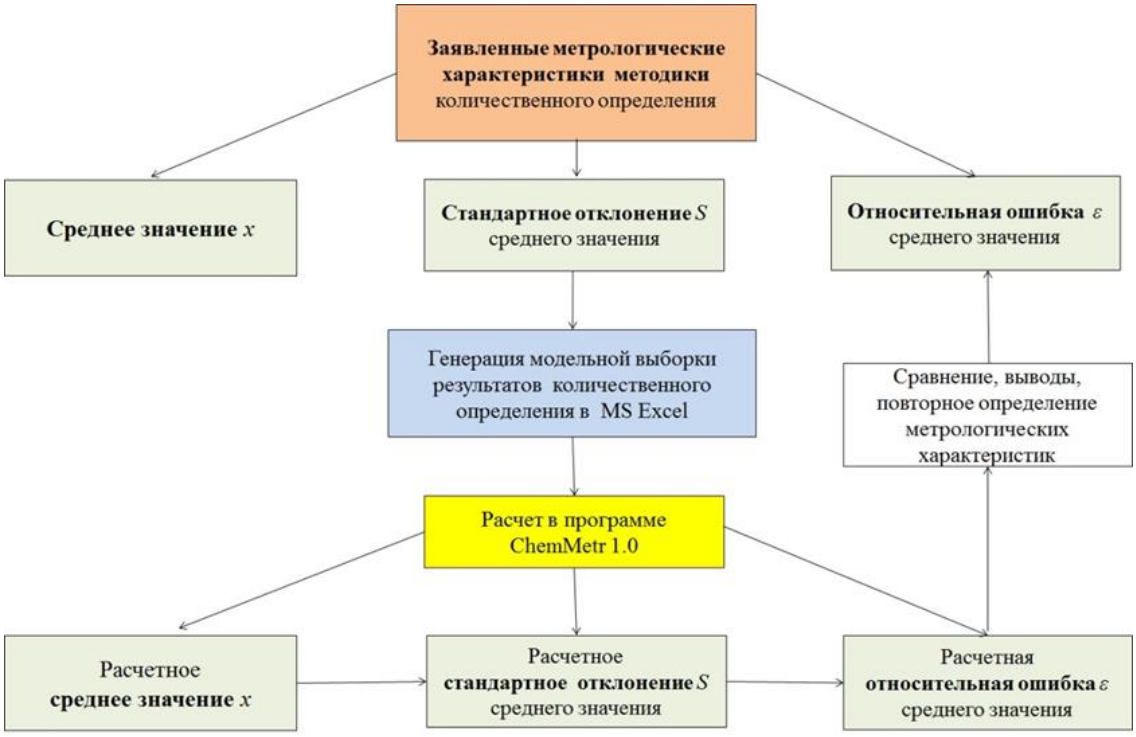

Рисунок 2. Алгоритм применения компьютерной программы «ChemMetr 1.0» в фармацевтическом анализе

Получение подобных результатов сравнения является основанием для повторного экспериментального определения метрологических характеристик используемой методики в рутинной аналитической практике.

Выводы. Описанный алгоритм (рис. 2) мы предлагаем реализовывать при оценке содержательной части протоколов валидации, верификации аналитических методик фармацевтического анализа, также при рецензировании печатных публикаций и диссертационных исследований, связанных с разработкой методик количественного определения.

Список литературы

1. Валидация аналитических методик: пер. с англ. яз. 2-го изд. под ред. Г.Р. Нежиховского. Количественное описание неопределенности в аналитических определениях: пер. с англ. яз. 3-го изд. под ред. Р.Л. Кадиса. Руководство для лабораторий. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2016. – 312 с.

2. Государственная Фармакопея Российской Федерации. XIV издание [Электронный ресурс]: Федеральная электронная медицинская библиотека. – Режим доступа: http://www.femb.ru/femb/pharmacopea.php.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017663573 от 07.12.2017. «ChemMetr 1.0» / А.В. Воронин, С.В. Воронин, Т.Л. Малкова, М.Е. Ледяев [Электронный ресурс]: База патентов России. – Режим доступа: https://patentinform.ru/programs/reg-2017663573.html.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 378
ББК 74.4

ПРОФЕССИИ БУДУЩЕГО В ОБЛАСТИ СИСТЕМ РЕЗОНАНСНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Быковский А.А.
Инженер-конструктор,
калужский филиал «АО НПО им. С.А. Лавочкина».
г. Калуга, Российская Федерация
DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.3.52.153

FUTURE PROFESSIONS IN THE FIELD OF RESONANT POWER SUPPLY SYSTEMS

Bykovsky A.A.
Design Engineer,
Kaluga branch of JSC NPO them. S.A. Lavochkina
Kaluga city, Russian Federation

Аннотация

Автор убежден, что будущее в сфере передачи и перераспределения электроэнергии между потребителями принадлежит резонансным технологиям.

Высокая интеллектуальная ёмкость резонансных технологий предполагает появление целого спектра специалистов новых профессий и подразумевает в будущем их совместную работу.

В настоящей статье представлено авторское видение профессий будущего в сфере резонансных технологий в области электроэнергетики. Кратко описаны рабочие компетенции спектра данных специалистов и их взаимодействие между собой в единой команде разработчиков резонансных систем электроснабжения.

Abstract

The author is convinced that the future in the field of transmission and redistribution of electricity between consumers belongs to resonant technologies. The high intellectual capacity of resonant technologies implies the appearance of a whole range of specialists in new professions and implies their joint work in the future.

This article presents the author's vision of the professions of the future in the field of resonant technologies in the field of electric power. The working competencies of the spectrum of these specialists and their interaction among themselves in a single team of developers of resonant power supply systems are briefly described.

Ключевые слова: Резонансная электротехника, Резонансные линии электропередачи, Новые профессии в области электроэнергетики.

Keywords: Resonant electrical engineering, Resonant power transmission lines, New professions in the field of electric power industry.

Как известно, резонансная электрическая линия в идеале является линией без потерь [1; 2]. В реальности же существуют потери на излучение, потери в диэлектрике и потери в проводнике за счёт наличия угла отклонения от четверть-волнового резонанса между синусоидальными волнами тока и напряжения. Однако все три вышеперечисленных вида потерь в резонансных линиях возможно сократить до величин, на порядок и более меньших, чем тепловые потери в проводнике провода при прохождении по нему классического активного тока проводимости (джоулевы потери на нагрев).

Применение резонансных систем передачи электрической энергии, конечно, значительно усложняет электрическую систему, однако дает такие уникальные преимущества [1; 2], как:

- возможность передачи резонансным способом (стоячей электромагнитной волной) электрической реактивной мощности, в сотни и даже тысячи раз большей, чем тот же самый провод мог бы передать посредством бегущей электромагнитной волны (т.е. активной мощности);
- практически полное отсутствие нагрева при передаче по резонансной линии огромной плотности реактивного тока;
- отсутствие такого явления, как короткое замыкание;
- снижение металлоёмкости линии в десятки раз;
- возможность использования провода из более дешёвого, пусть и с меньшей удельной электрической проводимостью, но более прочного металла, чем медь или алюминий (например, сталь);
- сложность несанкционированного съема электричества с линии;
- отсутствие необходимости использования на линии передачи электрической энергии комплексных трансформаторных подстанций.

Конечно, главным преимуществом является резонансная сверхпроводимость. Благодаря этому и другим вышеназванным особенностям резонансные линии электропередачи обладают потенциально большим экономическим эффектом.

Однако у резонансных линий есть и существенные недостатки [2], связанные непосредственно с физикой резонансной передачи электрической энергии.

Над устранением вышеназванных недостатков в недалёком будущем будет трудиться специалист с новой профессией, под названием «разработчик систем резонансного электроснабжения».

Разработчик систем резонансного электроснабжения – это специалист, продумывающий различные системы электроснабжения, основанные на принципах резонансной электротехники и разрабатывающий новые резонансные системы передачи электрической энергии. Кроме того, он осуществляет модернизацию существующих систем и их приспособление под возможности резонансной электротехники, внедряет современные методы обеспечения культуры бережливого производства, безопасности, экологичности и эффективности использования ресурсов.

Вместе с тем, для получения решающего экономического эффекта потребуется работа и других специалистов новых профессий.

Высокая интеллектуальная ёмкость резонансных технологий, сложность и разветвлённость энергосистем генерации, хранения и передачи электрической энергии предполагает появление целого спектра специалистов новых профессий и подразумевает в будущем их совместную работу.

Основываясь на исходных данных Атласа новых профессий [3], автор статьи предполагает, что данный спектр специалистов в сфере резонансной электротехники в будущем будет представлен следующими специальностями:

- разработчик систем резонансного электроснабжения;
- специалист по интеллектуальным электрическим сетям (Smart Grid);
- проектировщик энергонакопителей;
- специалист по локальным системам электроснабжения;
- метеоэнергетик;
- системный инженер электротехнических материалов.

Все они образуют команду, продумывающую и предлагающую решения по глобальному экономному использованию, хранению и передаче электрической энергии.

Разработчик систем резонансного электроснабжения будет обеспечивать как разработку резонансных систем по передаче электрической энергии между узлами генерации и потребления, так и подстройку под резонансную частоту всех электрических линий между данными узлами. Он будет выступать центровым специалистом и будет взаимодействовать со всеми остальными членами команды. Вокруг компетенций разработчика систем резонансного электроснабжения будет строиться вся интеллектуальная система «умной сети» передачи и перераспределения электрической энергии.

Специалист по интеллектуальным электрическим сетям (Smart Grid) обеспечивает перераспределение электрической энергии в «умных сетях» между пиками и падениями потребления.

Проектировщик энергонакопителей будет обеспечивать разработку систем накопления и хранения электрической энергии (аккумуляторы высокой ёмкости, тепловые накопители, маховики, рекуперация и т.д.). Например, аккумуляторные подстанции обеспечивают стабилизацию подачи электроэнергии в случае неравномерной нагрузки в сети значительно быстрее и эффективнее, чем традиционно применяющиеся для этого тепловые подстанции.

Специалист по локальным системам электроснабжения будет обеспечивать разработку, внедрение и обслуживание систем малой электрогенерации (ветряная, солнечная, био-, атомные микрогенераторы (РИТЭГи) и т.д.). Тренды для развития микрогенерации сегодня – это рост экологической сознательности, сокращение расходов потребителей и возможность продажи/покупки излишек электрической энергии в «умных сетях» Smart Grid. Помощь таких специалистов в будущем понадобится конечным потребителям электрической энергии (хозяева загородных домов, фермерские хозяйства и т.д.).

Метеоэнергетик в команде специалистов по резонансным системам передачи и распределению электрической энергии будет помогать оптимизировать режимы эксплуатации генерирующих мощностей с учётом климатических условий. Находится во взаимодействии как с разработчиком систем резонансного электроснабжения (погодные условия влияют на электротехнические характеристики проводников и диэлектрических материалов резонансных систем передачи электрической энергии), так и со специалистом по интеллектуальным электрическим сетям (прогнозирует уровень производства энергии в зависимости от долгосрочных метеопрогнозов). Отвечает за выпуск прогнозов по нагрузке на генерирующие мощности с учётом долгосрочных климатических прогнозов.

Системный инженер электротехнических материалов будет заниматься разработкой новых материалов (прежде всего диэлектрических, с пониженными значениями диэлектрической проницаемости и тангенсом угла диэлектрических потерь, повышенным напряжением электрического пробоя и со стабильными значениями (малым допуском) на величины вышеуказанных параметров).

Также данный специалист для практических задач резонансной электротехники мог бы заняться разработкой принципиально новых на сегодняшний день электротехнических элементов. Такие элементы условно можно было бы назвать «Переменная Индуктоёмкость» или, например,

«Регулируемая ёмкость индуктивности». В таких, не существующих пока на сегодняшний день устройствах, было бы возможно плавно изменять две главных удельных электротехнических характеристик данного элемента - электрическую ёмкость и электрическую индуктивность. Причём характер изменения электрической индуктивности и электрической ёмкости в таком элементе задаётся строгой физико-математической моделью, которую изначально прописывает в Техническом задании на разработку данного элемента разработчик систем резонансного электроснабжения.

Стоит пояснить, что автор статьи подразумевает. Как известно, любое материальное тело имеет свою уникальную удельную электрическую ёмкость и свою уникальную удельную электрическую индуктивность и, как следствие этого, свою уникальную резонансную частоту. Однако посредством изменения геометрической формы данного тела (в нашем случае проводника электрической энергии) и изменения его электротехнических характеристик, можно добиться и изменения соотношения электрической индуктивности и электрической ёмкости в данном перспективном электротехническом элементе. Такое изменение целесообразно проводить для изменения резонансной частоты данного элемента, которое изначально задает разработчик систем резонансного электроснабжения.

Встраивая последовательно, параллельно или последовательно-параллельно такие устройства, и включая их в работу резонансных систем (этот процесс необходимо автоматизировать), разработчик систем резонансного электроснабжения будет иметь возможность просто и быстро регулировать (подстраивать) резонансную частоту всех участков резонансной системы под общую для них резонансную частоту.

Таким образом, данные перспективные устройства будут выполнять функцию автоматической постройки рабочих частот резонансных линий электропередачи под общую для них резонансную частоту.

Также, очевидно, необходимо будет разработать и стандартизировать ряд номиналов таких перспективных устройств, по примеру существующих сегодня стандартных рядов резисторов и конденсаторов.

Разработка системным инженером таких вышеописанных новых перспективных электротехнических материалов и устройств, подразумевает его работу в отдельных проектах совместно с разработчиком систем резонансного электроснабжения и метеоэнергетиком.

Трендами для появления всех вышеуказанных новых профессий в области передачи электрической энергии, являются:

1. Рост требований к экологичности.
2. Рост требований к материалоёмкости.
3. Рост сложности систем управления.
4. Автоматизация управления сложными системами.
5. Рост конкуренции.
6. Глобализация.

Кроме того, овладение мастерством профессии «разработчик систем резонансного электроснабжения» потребует от специалиста следующих надпрофессиональных навыков и умений:

1. Системное мышление. Умение определять сложные системы и работать с ними. В том числе системная инженерия.
2. Межотраслевая коммуникация. Понимание технологий, процессов и рыночной ситуации в разных смежных и несмежных отраслях.
3. Управление проектами и процессами.
4. Управление сложными автоматизированными комплексами.
5. Бережливое производство. Управление производственным процессом, основанное на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь, что предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя.
6. Клиентоориентированность. Умение работать с запросами потребителей. Customer Development.
7. Экологическое мышление.
8. Умение работать с коллективами, группами и отдельными людьми.

Обобщая всё вышесказанное, необходимо заметить, что мега-проект эффективного внедрения резонансных систем передачи электрической энергии потребует от бизнеса (или государства) как создания необходимых условий для объединения вышеуказанных специалистов, так и организации процесса их непрерывного обучения и получения обратной связи (feedback) от потребителей электрической энергии.

Список использованной литературы:

Монография:

Стребков Д.С., Некрасов А.И. Резонансные методы получения, передачи и применения электрической энергии. Изд. 6-е, перераб. и доп. – М.: ФБГНУ ФНАЦ ВИМ, 2018. – 512 с.

Статья в сборнике:

Быковский А.А., Андреев М.В. Резонансные системы передачи электрической энергии. Принцип работы, возможности, недостатки и перспективы внедрения // Актуальные теории, концепции, прикладной характер современных научных исследований: сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. 30-31 мая 2019 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ,2019. – 241 с.

Электронный ресурс:

Атлас новых профессий // http://atlas100.ru

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СТЕПЕНИ ЧЕРНОТЫ ТЕЛА

Уваров Вячеслав Михайлович
доктор наук, профессор
Петербургский государственный университет путей сообщения
Громова Екатерина Сергеевна
кандидат наук, доцент
Петербургский государственный университет путей сообщения
Хохлов Григорий Григорьевич
кандидат наук, доцент
Петербургский государственный университет путей сообщения

TO DETERMINING THE BODY BLACNESS

Uvarov Vyacheslav
Doctor of Science, professor
St. Petersburg State Transport University
Gromova Yekaterina
Candidate of Science, assistant professor
St. Petersburg State Transport University
Khokhlov Grigoriy
Candidate of Science, assistant professor
St. Petersburg State Transport University

Аннотация

Предложен способ определения степени черноты материала на основе данных измерений уменьшения температуры тела в вакууме.

Annotation

A method, based on measurement data of a decrease in body temperature in a vacuum, proposed for determining the degree of blackness of a material.

Ключевые слова: степень черноты; регулярный режим охлаждения; темп охлаждения.

Keywords: degree of blackness; regular cooling mode; cooling rate.

Как известно [1,2] энергетическая светимость R (или поверхностная плотность потока интегрального излучения) абсолютно черного тела в зависимости от температуры T описывается законом Стефана – Больцмана:

$$R = \sigma_0 \cdot T^4, \qquad (1)$$

где $\sigma_0 = 5{,}67 \cdot 10^{-8}\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$ постоянная Стефана – Больцмана.

Реальные тела излучают меньше тепловой энергии, чем абсолютно черное тело при той же температуре. Одной из характеристик таких тел является степень черноты ε:

$$\varepsilon = {}^{R}/_{R_0} \qquad (2)$$

значения которой лежат в интервале от 0 до 1 в зависимости от материала и состояния поверхности. С учетом (2) закон Стефана – Больцмана для реальных тел можно записать в виде:

$$R = \varepsilon \cdot \sigma_0 \cdot T^4 \qquad (3).$$

Проблема определения степени черноты рассматривалась в ряде статей и монографий. Как отмечалось в [3] методы теоретического расчета степени черноты не разработаны, а для опытного определения предложено несколько методов: радиационный, калориметрический и метод регулярного теплового режима. Недостатком первых двух является необходимость измерения лучистых тепловых потоков. Поэтому в [3] использовался метод регулярного теплового режима, в котором нет необходимости измерять лучистые тепловые потоки.

В монографии [4], посвященной регулярному тепловому режиму, это понятие вводится следующим образом.

Рассмотренный Ньютоном простейший случай теплоотдачи тела во внешнюю среду описывается уравнением

$$\frac{dT}{dt} + n\left(T - T_{\text{ср}}\right) = 0 \qquad (4)$$

где T – температура тела, $T_{\text{ср}}$ - температура окружающей среды, t – время,

$$n = \frac{\alpha \cdot S}{C} \qquad (5)$$

где α - коэффициент теплоотдачи, S – поверхность тела, C – его полная теплоемкость.

Решение (4) имеет вид:

$$\left(T - T_{\text{ср}}\right) = H \cdot e^{-n \cdot t}, \qquad (6)$$

где H – произвольная постоянная.

Этот элементарный случай нашел важное практическое применение в тепловых измерениях и исследованиях, как подчеркивается в [4].

В случае тела неправильной или сложной формы вместо решения (6) в [4] приводится решение, данное Буссинеском ещё в 1900 г.:

$$\left(T - T_{\text{ср}}\right) = A_0 \cdot U_0 \cdot e^{-n_0 \cdot t} + A_1 \cdot U_1 \cdot e^{-n_1 \cdot t} + \cdots, \quad (7)$$

где числа $n_0, n_1, \cdots$ представляют собой ряд всегда возрастающих дискретных положительных чисел $n_0 < n_1 < n_2 < \cdots$, а $U_0, U_1, \ldots$ - собственные функции, зависящие от координат. С течением времени t все члены ряда (7) становятся пренебрежимо малыми по сравнению с первым членом и (7) переходит в аналогичное (6) выражение:

$$T - T_{\text{ср}} = A \cdot U_0 \cdot e^{-n_0 \cdot t} \quad (8)$$

Как только наступает тепловой режим, характеризуемый простым аналитическим выражением (8), говорят, что наступил регулярный, т.е. упорядоченный, режим охлаждения.

Из (8) следует, что

$$n_0 = \frac{1}{T} \cdot \frac{dT}{dt} \quad (9)$$

Параметр n_0 называют темпом охлаждения [4].

Наряду с упомянутыми тремя методами для опытного определения степени черноты можно использовать также следующий метод. Как и используемый в [3] регулярный тепловой режим он не требует измерения лучистых тепловых потоков. Однако в данном случае процесс охлаждения тела определяется не теплоотдачей в окружающую среду, а излучением с поверхности тела тепловых электромагнитных волн в вакуум.

Энергетический баланс в этом случае, очевидно, описывается уравнением

$$c \cdot m \cdot dT = -\varepsilon \cdot \sigma_0 \cdot T^4 \cdot S \cdot dt \quad (10)$$

где m – масса тела, S – площадь его поверхности, c – удельная теплоемкость тела.

Интегрирование уравнения (10) с начальным условием

$$T_{t=0} = T_0 \quad (11)$$

приводит к соотношению:

$$\frac{1}{T^3} - \frac{1}{T_0^3} = \frac{3 \cdot \varepsilon \cdot \sigma_0 \cdot T^4 \cdot S}{c \cdot m} \cdot t \quad (12)$$

из которого следует зависимость температуры от времени:

$$T(t) = \left(\frac{1}{T_0^3} + \frac{3 \cdot \varepsilon \cdot \sigma_0 \cdot S}{c \cdot m} \cdot t\right)^{-\frac{1}{3}} \quad (13)$$

Из сравнения (13) и (8) видно, что в рассматриваемом случае охлаждение тела идет существенно иначе, чем в случае так называемого регулярного теплового режима.

При выводе соотношений (12) и (13) предполагалось постоянство параметров c и ε. Строго говоря, такое предположение не вполне согласуется с данными измерений. Например, удельная теплоемкость стали увеличивается на 11%, а титана на 6% при изменении температуры от 50 ^0C до 600 ^0C [3]. Степень черноты изменяется от 0,45 до 0,805 для стали и от 0,5 до 0,805 для титана в тех же температурных пределах [3].

В этой связи следует отметить, что соотношения (12), (13) носят лишь приближенный характер. По этой причине использование соотношений (12), (13) для определения степени черноты на основе данных измерений хода температуры $T(t)$ может привести к заметным отклонениям от истинных значений.

Указанного ограничения можно избежать, если для расчета по данным измерений температурного хода $T(t)$ изначально использовать уравнение (10), из которого вытекает следующее выражение для ε:

$$\varepsilon = -\frac{c \cdot m}{\sigma_0 \cdot S \cdot T^4} \cdot \frac{dT}{dt} \quad (14)$$

Очевидно, что при определении степени черноты ε на основе уравнения (14) перечисленные ранее ограничения не играют никакой роли. Точность определения ε на основе соотношения (14) определяется исключительно точностью измерений хода понижения температуры T с течением времени t, данными по удельной теплоемкости c и, не в последнюю очередь, аккуратным расчетом производной $\frac{dT}{dt}$. Последнее зависит, образно говоря, от качества графика $T(t)$. В одном случае целесообразно аппроксимировать экспериментальный набор значений $\{T_i\}$, i = 1, 2, …N аналитическим выражением, используя метод наименьших квадратов, для последующего аналитического расчета производной. В другом случае может понадобиться сглаживание сплайнами. Наконец, в случае, когда по набору экспериментальных данных $\{T_i\}$ кривая графика вырисовывается идеально вполне возможен расчет производной методом конечных разностей:

Литература:

1. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике. - М.- Наука. 1971.
2. Теплотехника. Учебное пособие для вузов. Под ред. А.П.Баскакова. -М.- Энергоатомиздат. 1991. 224 с.
3. Осипова В. А. Определение степени черноты металлов методом регулярного теплового режима // Теплоэнергетика. – 1958 - №4. - с. 59 – 63.
4. Кондратьев Г.М. Регулярный тепловой режим. - М. Государственное издательство технико-теоретической литературы. - 1954. - 408 с.

ISSN 2413-5291

НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ УЧЕНЫХ (НАУ)

Ежемесячный научный журнал

№52 / 2020

3 часть

Редакционный совет

Ответственный редактор – д.ю.н.Чукмаев А.И.
Секретарь конференции – к.ф.н. Варкумова Е.Е.
Редакционная коллегия
Сорновская Н.А.
Кажемаев А.В.
Каверин В.В.
Каримов П.Б.
Свистун А.А.
Селиктарова К.Н.
Артафонов В.Б.
Самиров А.И.
Семипалов С.А.
Новицкая О.С.

Ответственный редактор

Чукмаев Александр Иванович

Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права.

(Астана, Казахстан)

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 Общество с ограниченной ответственностью

"Евразийское Научное Содружество"

Тираж 1000 экз.

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