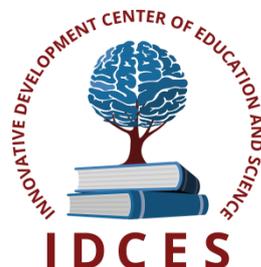


**ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE**



**Актуальные вопросы и перспективы развития  
математических и естественных наук**

**Выпуск V**

**Сборник научных трудов по итогам  
международной научно-практической конференции  
(11 мая 2018 г.)**

**г. Омск**

**2018 г.**

**Издатель Инновационный центр развития образования и науки  
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород**

ISSN: 2618-7760

УДК 50(06)

ББК 2я43

**Актуальные вопросы и перспективы развития математических и естественных наук./** Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 5. г. Омск, – НН: ИЦРОН, 2018 г. 49 с.

**Редакционная коллегия:**

кандидат биологических наук Благодатнова Анастасия Геннадьевна (г. Новосибирск), кандидат биологических наук Войтка Дмитрий Владимирович (аг. Прилуки), кандидат физико-математических наук, доцент Казьмин Игорь Александрович (г. Ростов-на-Дону), кандидат физико-математических наук, доцент Кайракбаев Аят Крымович (г. Актобе), доктор физико-математических наук, профессор Каленский Александр Васильевич, кандидат биологических наук, доцент Корж Александр Павлович (г. Запорожье), кандидат физико-математических наук Лапушкин Георгий Иванович (г. Долгопрудный), доктор биологических наук Ларионов Максим Викторович (г. Балашов), доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН Лебедев Владимир Ильич (г. Кызыл), доктор биологических наук, профессор Лесовская Марина Игоревна (г. Красноярск), кандидат физико-математических наук, доцент Ловягин Юрий Никитич (г. Санкт-Петербург), кандидат физико-математических наук, член-корреспондент Американского института Аэронавтики и Астронавтики (AIAA) Лукин Александр Николаевич (г. Туапсе), кандидат биологических наук Малыгина Наталья Владимировна (г. Екатеринбург), кандидат физико-математических наук Матвеева Юлия Васильевна (г. Саратов), кандидат биологических наук Мошкина Светлана Владимировна (г. Орел), доктор химических наук, профессор Назарбекова Сауле Полатовна (г. Шымкент), доктор биологических наук, профессор Нурбаев Серик Долдашевич (г. Алматы), доктор биологических наук, профессор Околелова Алла Ароновна (г. Волгоград), кандидат физико-математических наук, доцент Седова Наталия Викторовна (г. Тамбов), кандидат биологических наук, профессор РАН Соловьева Анна Геннадьевна (г. Нижний Новгород), кандидат химических наук Туманов Владимир Евгеньевич (г. Черноголовка), кандидат физико-математических наук, доцент Чочиев Тимофей Захарович (г. Владикавказ), кандидат химических наук, профессор Шпейзер Григорий Моисеевич (г. Иркутск).

В сборнике научных трудов по итогам V Международной научно-практической конференции «**Актуальные вопросы и перспективы развития математических и естественных наук**», г. Омск представлены научные статьи, тезисы, сообщения аспирантов, соискателей ученых степеней, научных сотрудников, докторантов, преподавателей ВУЗов, студентов, практикующих специалистов в области естественных и математических наук Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Статьи, принятые к публикации, размещаются в полнотекстовом формате на сайте eLIBRARY.RU.

© ИЦРОН, 2018 г.

© Коллектив авторов

## Оглавление

<b>ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.00.00)</b> .....	9
<b>МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)</b> .....	9
<b>СЕКЦИЯ №1.</b> <b>ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)</b> .....	9
<b>СЕКЦИЯ №2.</b> <b>ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И</b> <b>ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)</b> .....	9
ВИДОИЗМЕНЕННЫЕ ЗАДАЧИ КОШИ И КОШИ-ГУРСА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЭЙЛЕРА-ДАРБУ Родионова И.Н., Бушков С.В. ....	9
<b>СЕКЦИЯ №3.</b> <b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.03)</b> .....	13
<b>СЕКЦИЯ №4.</b> <b>ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.04)</b> .....	13
<b>СЕКЦИЯ №5.</b> <b>ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.05)</b> .....	13
<b>СЕКЦИЯ №6.</b> <b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06)</b> .....	14
<b>СЕКЦИЯ №7.</b> <b>ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)</b> .....	14
<b>СЕКЦИЯ №8.</b> <b>ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)</b> .....	14
<b>МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.00)</b> .....	14
<b>СЕКЦИЯ №9.</b> <b>ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)</b> .....	14
<b>СЕКЦИЯ №10.</b> <b>МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)</b> .....	14
<b>СЕКЦИЯ №11.</b> <b>МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)</b> .....	14
<b>СЕКЦИЯ №12.</b> <b>ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)</b> .....	14
<b>СЕКЦИЯ №13.</b> <b>БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08)</b> .....	14
<b>АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)</b> .....	14
<b>СЕКЦИЯ №14.</b>	

<b>АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01).....</b>	<b>14</b>
<b>СЕКЦИЯ №15.</b>	
<b>АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02).....</b>	<b>14</b>
<b>СЕКЦИЯ №16.</b>	
<b>ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03).....</b>	<b>14</b>
<b>СЕКЦИЯ №17.</b>	
<b>ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04).....</b>	<b>15</b>
<b>ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00) .....</b>	<b>.....</b>
<b>СЕКЦИЯ №18.</b>	
<b>ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01).....</b>	<b>15</b>
<b>СЕКЦИЯ №19.</b>	
<b>ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02).....</b>	<b>15</b>
<b>СЕКЦИЯ №20.</b>	
<b>РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03).....</b>	<b>15</b>
<b>СЕКЦИЯ №21.</b>	
<b>ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04) .....</b>	<b>15</b>
<b>СЕКЦИЯ №22.</b>	
<b>ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05).....</b>	<b>15</b>
<b>ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ ТЯЖЁЛЫХ     МЕТАЛЛОВ В ПИЩЕВЫХ ВОЛОКНАХ</b>	
Зайцева И. И. <sup>1</sup> , Перегончая О. В. <sup>1</sup> , Соколова С. А. <sup>1</sup> , Дерканосова Н. М. <sup>1</sup> , Тараканова М. А. <sup>2</sup> , Клиньских А. Ф. <sup>2</sup> .....	15
<b>СЕКЦИЯ №23.</b>	
<b>АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06).....</b>	<b>18</b>
<b>СЕКЦИЯ №24.</b>	
<b>ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.07).....</b>	<b>18</b>
<b>ПРИРОДА «БОЗОННОГО» ПИКА В ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ     ТЕПЛОЕМКОСТИ ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕКОЛ</b>	
Колесников Е.Д., Клиньских А.Ф. ....	18
<b>СЕКЦИЯ №25.</b>	
<b>ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08) .....</b>	<b>20</b>
<b>СЕКЦИЯ №26.</b>	
<b>ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09).....</b>	<b>20</b>
<b>СЕКЦИЯ №27.</b>	
<b>ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10).....</b>	<b>21</b>
<b>СЕКЦИЯ №28.</b>	
<b>ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11).....</b>	<b>21</b>
<b>СЕКЦИЯ №29.</b>	
<b>ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13).....</b>	<b>21</b>
<b>СЕКЦИЯ №30.</b>	
<b>ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА</b>	

(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14).....	21
<b>СЕКЦИЯ №31.</b>	
<b>ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР, АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15).....</b>	<b>21</b>
<b>СЕКЦИЯ №32.</b>	
<b>ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16).....</b>	<b>21</b>
<b>СЕКЦИЯ №33.</b>	
<b>ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17) .....</b>	<b>21</b>
<b>СЕКЦИЯ №34.</b>	
<b>КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18).....</b>	<b>21</b>
<b>СЕКЦИЯ №35.</b>	
<b>ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20).....</b>	<b>21</b>
<b>СЕКЦИЯ №36.</b>	
<b>ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21) .....</b>	<b>21</b>
<b>СЕКЦИЯ №37.</b>	
<b>ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23).....</b>	<b>21</b>
<b>ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00).....</b>	<b>22</b>
<b>СЕКЦИЯ №38.</b>	
<b>НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01).....</b>	<b>22</b>
<b>СЕКЦИЯ №39.</b>	
<b>АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02).....</b>	<b>22</b>
<b>СЕКЦИЯ №40.</b>	
<b>ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03).....</b>	<b>22</b>
<b>СЕКЦИЯ №41.</b>	
<b>ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04) .....</b>	<b>22</b>
<b>СЕКЦИЯ №42.</b>	
<b>ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05) .....</b>	<b>22</b>
<b>СЕКЦИЯ №43.</b>	
<b>ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06).....</b>	<b>22</b>
РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ: ЭТАНОЛ Константинов Н.Ю. ....	22
<b>СЕКЦИЯ №44.</b>	
<b>ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08).....</b>	<b>25</b>
<b>СЕКЦИЯ №45.</b>	
<b>ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09).....</b>	<b>25</b>
<b>СЕКЦИЯ №46.</b>	
<b>БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10).....</b>	<b>25</b>
<b>СЕКЦИЯ №47.</b>	
<b>КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11).....</b>	<b>25</b>

ВЛИЯНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ ВОДНОЙ ДИСПЕРСИИ ПВС НА ВНУТРЕННЮЮ ВЯЗКОСТЬ ЦЕПИ МАКРОМОЛЕКУЛЫ Ломовской В.А., Абатурова Н.А., Баленко П.В., Ломовская Н.Ю. ....	25
<b>СЕКЦИЯ №48.</b> <b>БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12) .....</b>	<b>26</b>
<b>СЕКЦИЯ №49.</b> <b>НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13) .....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №50.</b> <b>РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14).....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №51.</b> <b>КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15).....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №52.</b> <b>МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16).....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №53.</b> <b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17).....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №54.</b> <b>ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21).....</b>	<b>27</b>
<b>БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00) .....</b>	<b>27</b>
<b>ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00) .....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №55.</b> <b>РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01).....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №56.</b> <b>БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02) .....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №57.</b> <b>МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03).....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №58.</b> <b>БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04) .....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №59.</b> <b>ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05).....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №60.</b> <b>БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06).....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №61.</b> <b>МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07).....</b>	<b>27</b>
<b>СЕКЦИЯ №62.</b> <b>БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08).....</b>	<b>28</b>
<b>СЕКЦИЯ №63.</b> <b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09).....</b>	<b>28</b>
<b>ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00) .....</b>	<b>28</b>
<b>СЕКЦИЯ №65.</b> <b>ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02) .....</b>	<b>28</b>

<b>СЕКЦИЯ №66.</b>	
<b>МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03)</b> .....	28
<b>СЕКЦИЯ №67.</b>	
<b>ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04)</b> .....	28
<b>СЕКЦИЯ №68.</b>	
<b>ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05)</b> .....	28
<b>СЕКЦИЯ №69.</b>	
<b>ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)</b> .....	28
<b>СЕКЦИЯ №70.</b>	
<b>ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)</b> .....	28
<b>СЕКЦИЯ №71.</b>	
<b>ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)</b> .....	28
<b>КОНЦЕНТРАЦИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В АТМОСФЕРЕ МИКРОРАЙОНА СОЛНЕЧНЫЙ</b> <b>Г. КРАСНОЯРСКА В ПЕРИОД 2015-2017 ГОДОВ</b> Заворуев В.В. <sup>1,2</sup> , Заворуева Е.Н. <sup>1</sup> , Бомбизова О.П. <sup>1</sup> .....	28
<b>СЕКЦИЯ №72.</b>	
<b>БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09)</b> .....	31
<b>СЕКЦИЯ №73.</b>	
<b>ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)</b> .....	31
<b>СЕКЦИЯ №74.</b>	
<b>ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11)</b> .....	31
<b>СЕКЦИЯ №75.</b>	
<b>МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)</b> .....	32
<b>СЕКЦИЯ №76.</b>	
<b>ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)</b> .....	32
<b>СЕКЦИЯ №77.</b>	
<b>БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14)</b> .....	32
<b>ОХРАНА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ</b> <b>К АНТРОПОГЕННЫМ НАРУЗКАМ</b> Яковлева Т.П., Гапоненко А.В., Реуцкая В.В.....	32
<b>ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00)</b> .....	34
<b>СЕКЦИЯ №78.</b>	
<b>ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)</b> .....	34
<b>СЕКЦИЯ №79.</b>	
<b>АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02)</b> .....	34
<b>СЕКЦИЯ №80.</b>	
<b>ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)</b> .....	34
<b>СЕКЦИЯ №81.</b>	
<b>КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ</b> <b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)</b> .....	34
<b>СЕКЦИЯ №82.</b>	
<b>БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05)</b> .....	34
<b>СЕКЦИЯ №83.</b>	
<b>НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06)</b> .....	34
<b>ГЕОГРАФИЯ</b> .....	34

<b>СЕКЦИЯ №84.</b>	
<b>ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23).....</b>	<b>34</b>
<b>СЕКЦИЯ №85.</b>	
<b>ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24).....</b>	<b>34</b>
<b>СЕКЦИЯ №86.</b>	
<b>ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25).....</b>	<b>35</b>
<b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>35</b>
<b>СЕКЦИЯ №87.</b>	
<b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ.....</b>	<b>35</b>
ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ РЕКРУТИНГОВЫХ ЗАДАЧ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН Иванов И.В., Жданова С.И.....	35
<b>ГЕОЛОГИЯ.....</b>	<b>37</b>
<b>СЕКЦИЯ №88.</b>	
<b>РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ.....</b>	<b>37</b>
ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДОВ В РАЙОНЕ ОЗЕРА ТАНГАНЬИКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АФРИКЕ Сендегея Марсиен , Вильданова Н.Г. ....	38
GEOTHERMAL SPRINGS FOR HYDROCARBON EXPLORATION IN THE REGION OF LAKE TANGANYIKA IN CENTRAL AFRICA Sendegeya Marcien and Wildanova Nabirja.....	38
ПОКАЗАТЕЛИ НЕФТЕГАЗОНОСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОСТОЧНО-АФРИКАНСКОГО РИФТА Шурверьимана Клаудин, Атсе Яо Доминик Бернабэ.....	41
INDICATORS OF OIL AND GAS POTENTIAL OF EASTERN AFRICAN RIFT Shurweryimana Claudine, Atse Yao Dominique Bernabe.....	41
<b>ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2018 ГОД.....</b>	<b>47</b>

# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.00.00)

## МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)

### СЕКЦИЯ №1.

#### ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)

### СЕКЦИЯ №2.

#### ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)

#### ВИДОИЗМЕНЕННЫЕ ЗАДАЧИ КОШИ И КОШИ-ГУРСА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЭЙЛЕРА-ДАРБУ

Родионова И.Н., Бушков С.В.

ФГАОУ ВО Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,  
г. Самара

Вырождающиеся гиперболические уравнения встречаются при решении многих важных вопросов прикладного характера (газовой динамики, теории бесконечно малых изгибов поверхностей вращения, безмоментной теории оболочек). При всем многообразии выражающихся уравнений и нелокальных условий, удачно подобранных к данному уравнению, последнее в характеристических координатах сводится к уравнению Эйлера-Дарбу

$$U_{\xi\eta} + \frac{\beta}{\eta - \xi} U_{\xi} - \frac{\alpha}{\eta - \xi} U_{\eta} = 0. \quad (1)$$

Для параметров  $\alpha, \beta > 0$ ,  $\alpha + \beta < 1$  поставлены и исследованы классические краевые задачи Коши, Коши – Гурса, Дарбу для уравнения (1) в полуплоскости  $\eta > \xi$  [1]. Однако в случае  $\alpha = \beta = \frac{1}{2}$  задача Коши в традиционной постановке не является корректной в силу того, что решение на линии сингулярности коэффициентов  $\eta = \xi$  обращается в бесконечность. Авторами предполагается постановка и решение видоизмененной задачи Коши для уравнения

$$U_{\xi\eta} + \frac{1}{2(\xi - \eta)} U_{\xi} - \frac{1}{2(\eta - \xi)} U_{\eta} = 0. \quad (2)$$

Задача  $C_2$ . В полуплоскости  $\eta > \xi$  найти решение уравнения (2), удовлетворяющее условиям:

$$\lim_{\eta \rightarrow \xi+0} (U_{\eta} - U_{\xi})(\eta - \xi) = v(\xi), \quad 0 \leq \xi < +\infty; \quad (3)$$

$$\lim_{\eta \rightarrow \xi+0} \left[ U(\xi, \eta) - v(\xi) \left( \ln \sqrt{\eta - \xi} + \Psi\left(\frac{1}{2}\right) - \Psi(1) \right) \right] = \tau(\xi), \quad 0 \leq \xi < +\infty, \quad (4)$$

где  $\Psi(z) = \frac{\Gamma'(z)}{\Gamma(z)}$  – логарифмическая производная гамма – функции.

Заданные функции  $\tau(\xi)$  и  $v(\xi)$  удовлетворяют

Условиям А:

$$\begin{aligned} \tau''(\xi) &\in C[0, +\infty), \\ v''(\xi) &\in C[0, +\infty). \end{aligned}$$

Задачу  $C_2$  будем решать методом Римана. Функция Римана для уравнения (1) имеет вид [1]:

$$V_0(\xi, \eta; \xi_0, \eta_0) = \frac{(\eta - \xi)}{(\eta_0 - \xi)^{\frac{1}{2}}(\eta - \xi_0)^{\frac{1}{2}}} F\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, \delta\right),$$

$$\delta = \frac{(\xi - \xi_0)(\eta_0 - \eta)}{(\eta_0 - \xi)(\eta - \xi_0)}.$$

$F(\alpha, \beta, \gamma, z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_n (\beta)_n}{(\gamma)_n n!} z^n$  – гипергеометрическая функция Гаусса [2].

Рассмотрим область, ограниченную отрезком прямой  $\eta = \xi + \xi_0 (\xi > 0)$  и характеристиками уравнения (2)  $\xi = \xi_0, \eta = \eta_0$ . Пусть  $P(\xi_0, \xi_0 + \xi), Q(\eta_0 - \xi, \eta_0)$ .

Согласно формуле Римана [1] имеем:

$$U(\xi_0, \eta_0) = \frac{U(P) + V_0(P) + U(Q)V_0(Q)}{2} +$$

$$+ \int_{\xi_0}^{\eta_0 - \varepsilon} \left[ \frac{V_0}{\eta - \xi} + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial V_0}{\partial \xi} - \frac{\partial V_0}{\partial \eta} \right) \right] U \Big|_{\eta = \xi + \varepsilon} d\xi +$$

$$+ \frac{1}{2} \int_{\xi_0}^{\eta_0 - \varepsilon} \left( \frac{\partial U}{\partial \eta} - \frac{\partial U}{\partial \xi} \right) V_0 \Big|_{\eta = \xi + \varepsilon} d\xi = \sum_{k=1}^3 I_k,$$

$V_0$  – функция Римана (5),  $U$  – искомоерешение уравнения (2).

Воспользуемся представлением функции Гаусса в случае  $\gamma - \alpha - \beta = 0$  [2]:

$$F\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, \delta\right) = \frac{1}{\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)} \left[ 2\Psi(1) - 2\Psi\left(\frac{1}{2}\right) - \ln \frac{(\eta - \xi)(\eta_0 - \xi_0)}{(\eta_0 - \xi)(\eta - \xi_0)} \right],$$

в силу которого интеграл  $I_3$  формулы (6) примет вид:

$$I_3 = \frac{1}{2\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)} \int_{\xi_0}^{\eta_0 - \varepsilon} \left( \frac{\partial U}{\partial \eta} - \frac{\partial U}{\partial \xi} \right) \frac{(\eta - \xi)}{(\eta_0 - \xi)^{\frac{1}{2}}(\eta - \xi_0)^{\frac{1}{2}}} \ln \frac{(\eta_0 - \xi)(\eta - \xi_0)}{\eta_0 - \xi_0} \Big|_{\eta = \xi + \varepsilon} d\xi +$$

$$+ \frac{1}{\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)} \int_{\xi_0}^{\eta_0 - \varepsilon} \left( \frac{\partial U}{\partial \eta} - \frac{\partial U}{\partial \xi} \right) \frac{(\eta - \xi)}{(\eta_0 - \xi)^{\frac{1}{2}}(\eta - \xi_0)^{\frac{1}{2}}} \cdot$$

$$\cdot \left[ \Psi(1) - \Psi\left(\frac{1}{2}\right) - \ln \sqrt{\eta - \xi} \right] \Big|_{\eta = \xi + \varepsilon} d\xi.$$

Преобразуем слагаемое  $I_2$  формулы (6).

Для вычисления производных  $\frac{\partial V_0}{\partial \xi}$  и  $\frac{\partial V_0}{\partial \eta}$  представим функцию (5) в виде

$$V_0 = \delta^2 F\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, \delta\right) \omega(\xi, \eta; \xi_0, \eta_0), \text{ где}$$

$$\omega = \frac{\eta - \xi}{(\xi - \xi_0)^{\frac{1}{2}}(\eta_0 - \eta)^{\frac{1}{2}}} \text{ и применим формулу дифференцирования функции Гаусса [2]}$$

$$\frac{\partial}{\partial \xi} \delta^\alpha F(\alpha, \beta, \gamma, \delta) = \alpha \delta^{\alpha-1} F(\alpha + 1, \beta, \gamma, \delta) \delta'_\xi.$$

Имеем

$$\frac{\partial V_0}{\partial \xi} - \frac{\partial V_0}{\partial \eta} = \frac{1}{2} \delta^{-\frac{1}{2}} F\left(\frac{3}{2}, \frac{1}{2}, 1, \delta\right) \omega(\xi, \eta; \xi_0, \eta_0) [\delta'_\xi - \delta'_\eta] +$$

$$+ \delta^{\frac{1}{2}} F\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, \delta\right) (\omega'_\xi - \omega'_\eta) = i_1 + i_2.$$

К функции  $F\left(\frac{3}{2}, \frac{1}{2}, 1, \delta\right)$  применим формулу автотрансформации [2]  
 $F(a, b, c; \delta) = (1 - \delta)^{c-a-b} F(c - a, c - b, c; \delta)$ , в результате получим

$$i_1 = \frac{1}{2} \frac{(\eta_0 - \eta)(\eta - \xi_0) + (\xi - \xi_0)(\eta_0 - \xi)}{(\eta - \xi_0)^{\frac{1}{2}}(\eta_0 - \xi)^{\frac{1}{2}}(\xi - \xi_0)(\eta_0 - \eta)} F\left(-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, \delta\right), \quad (10)$$

$$i_2 = \left[ \frac{-2}{(\eta_0 - \xi)^{\frac{1}{2}}(\eta - \xi_0)^{\frac{1}{2}}} - \frac{(\eta - \xi)(\eta_0 - \eta + \xi - \xi_0)}{(\eta_0 - \xi)^{\frac{1}{2}}(\eta - \xi_0)^{\frac{1}{2}}(\xi - \xi_0)(\eta_0 - \eta)} \right] \cdot F\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, \delta\right). \quad (11)$$

Отметим, что первое слагаемое формулы (11) равно  $\frac{-2V_0}{\eta - \xi}$ .

Подставим результаты вычислений (8) – (11) в формулу(6), перейдем к пределу при  $\varepsilon \rightarrow 0$ , положив предварительно  $\eta = \xi + \varepsilon$ . С учетом условий (3), (4) и того, что  $F\left(-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, 1\right) = \frac{2}{\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)}$ , получаем формулу решения

задачи  $C_2$

$$U(\xi, \eta) = \frac{1}{\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)} \int_{\xi}^{\eta} \tau(t)(\eta - t)^{-\frac{1}{2}}(t - \xi)^{-\frac{1}{2}} dt + \frac{1}{2\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)} \int_{\xi}^{\eta} \nu(t)(\eta - t)^{-\frac{1}{2}}(t - \xi)^{-\frac{1}{2}} \ln \frac{(\eta - t)(t - \xi)}{\eta - \xi} dt. \quad (12)$$

Единственность решения задачи  $C_2$  следует из метода Римана [2], существование доказано непосредственной проверкой.

Формулу решения (12) задачи  $C_2$  возьмем за основу решения видоизмененной задачи Коши – Гурса со смещением).

Задача  $C_2 - G$ . В полуплоскости  $\eta > \xi$  найти решение уравнения (2), удовлетворяющее условиям (3) и условию

$$U(0, \eta) - \frac{1}{2\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)} \int_0^{\eta} \nu(t)(t)^{-\frac{1}{2}}(\eta - t)^{-\frac{1}{2}} \ln(\eta - t) dt = \chi(\eta), \quad (13)$$

$0 \leq \eta < +\infty$ .

Воспользуемся формулой (12) решения задачи  $C_2$ .

Найдем  $\tau(t)$ , подчинив функцию (12) условию (13).

Получим относительно  $\tau$  интегральное уравнение Абеля

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)} \int_0^{\eta} \tau(t)(\eta - t)^{-\frac{1}{2}}(t)^{-\frac{1}{2}} dt = \chi(\eta) + \\ & + \frac{1}{2\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)} \int_0^{\eta} \nu(t)(t)^{-\frac{1}{2}}(\eta - t)^{-\frac{1}{2}} \ln \eta dt - \\ & - \frac{1}{2\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)} \int_0^{\eta} \nu(t)(t)^{-\frac{1}{2}}(\eta - t)^{-\frac{1}{2}} \ln t dt. \end{aligned} \quad (14)$$

Неизвестную функцию  $\tau(t)$  ищем в классе функций, удовлетворяющих условию А задачи  $C_2$ , этому же условию удовлетворяет заданная функция  $\nu(t)$ .

На функцию  $\chi(\eta)$  налагается

Условие В:  $\chi(\eta) \in C[0, +\infty)$ ,  $\chi(0) = 0$ .

К обеим частям тождества (14) применим оператор  $\int_0^z \dots (z - \eta)^{-\frac{1}{2}} d\eta$  :

$$\int_0^z \tau(t)t^{-\frac{1}{2}} dt = \int_0^z \chi(\eta)(z - \eta)^{-\frac{1}{2}} d\eta - \frac{1}{2} \int_0^z \nu(t)(t)^{-\frac{1}{2}} \ln t dt + \quad (15)$$

$$+ \frac{1}{2\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)} \int_0^z v(t) t^{-\frac{1}{2}} dt \int_t^z (\eta - t)^{-\frac{1}{2}} (z - \eta)^{-\frac{1}{2}} \ln \eta d\eta = \sum_{k=1}^3 I_k.$$

Прежде чем дифференцировать по  $z$  выражение (15), проинтегрируем по частям в слагаемом  $I_1$ , взяв  $U = \chi(\eta)$ , с учетом условия В, а так же преобразуем в слагаемом  $I_3$  внутренний интеграл, сделав замену  $\eta = z - (z - t)\mu$ :

$$I_3 = \frac{1}{2\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)} \int_0^z v(t) t^{-\frac{1}{2}} dt \int_0^1 \mu^{-\frac{1}{2}} (1 - \mu)^{-\frac{1}{2}} \ln(z - (z - t)\mu) d\mu.$$

Тогда

$$\begin{aligned} \frac{dI_3}{dz} &= \frac{1}{2} v(z) z^{-\frac{1}{2}} \ln z + \\ &+ \frac{z^{-1}}{2\Gamma^2\left(\frac{1}{2}\right)} \int_0^z v(t) t^{-\frac{1}{2}} dt \int_0^1 \mu^{-\frac{1}{2}} (1 - \mu)^{-\frac{1}{2}} \left[1 - \frac{z - t}{z} \mu\right]^{-1} d\mu. \end{aligned} \quad (16)$$

Вычислим внутренний интеграл

$$\int_0^1 \mu^{-\frac{1}{2}} (1 - \mu)^{-\frac{1}{2}} \left[1 - \frac{z - t}{z} \mu\right]^{-1} d\mu = \frac{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) \Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}{\Gamma(2)} F\left(1, \frac{1}{2}, 2, \frac{z - t}{z}\right) \quad (17)$$

и преобразуем гипергеометрическую функцию, представив ее рядом

$$\begin{aligned} F\left(1, \frac{1}{2}, 2, \delta\right) &= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(1)_n \left(\frac{1}{2}\right)_n}{(2)_n n!} \delta^n = -\frac{z}{\delta} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\left(-\frac{1}{2}\right)_{n+1}}{(1)_{n+1}} \delta^{n+1} = \\ &= -\frac{2}{\delta} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\left(-\frac{1}{2}\right)_k}{k!} \delta^k = -\frac{2}{\delta} \left[ \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\left(-\frac{1}{2}\right)_k}{k!} \delta^k - 1 \right] = \\ &= -\frac{2}{\delta} \left[ (1 - \delta)^{\frac{1}{2}} - 1 \right] = -\frac{2z}{z - t} \left( \left(\frac{t}{z}\right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right) = \frac{2\sqrt{z}}{\sqrt{z} + \sqrt{t}}. \end{aligned} \quad (18)$$

Подставляя в формулу (16) результаты (17), (18), получим

$$\frac{dI_3}{dz} = \frac{1}{2} v(z) \sqrt{z} \ln z + \frac{1}{2\sqrt{z}} \int_0^z v(t) \frac{dt}{\sqrt{t}(\sqrt{z} + \sqrt{t})}. \quad (19)$$

Принимая во внимание результат (19), находим  $\tau(z)$  из выражения (15) дифференцированием обеих частей:

$$\tau(z) = \sqrt{z} \int_0^z \chi'(t) (z - t)^{-\frac{1}{2}} dt + \frac{1}{2} \int_0^z v(t) \frac{dt}{\sqrt{t}(\sqrt{z} + \sqrt{t})}. \quad (20)$$

Сделаем замену:  $y = \mu t$ .

$$\tau(z) = z \int_0^1 \chi'(z\mu) (1 - \mu)^{-\frac{1}{2}} d\mu + \frac{1}{2} \int_0^1 v(z\mu) \mu^{-\frac{1}{2}} (1 + \sqrt{\mu})^{-1} d\mu. \quad (21)$$

Найдем производные  $\tau'$  и  $\tau''$ :

$$\begin{aligned} \tau'(z) &= \int_0^1 \chi'(z\mu) (1 - \mu)^{-\frac{1}{2}} d\mu + z \int_0^1 \chi''(z\mu) \mu (1 - \mu)^{-\frac{1}{2}} d\mu + \\ &+ \frac{1}{2} \int_0^1 v'(z\mu) \mu^{\frac{1}{2}} (1 + \sqrt{\mu})^{-1} d\mu, \end{aligned} \quad (22)$$

$$\tau''(z) = 2 \int_0^1 \chi''(z\mu) \mu (1 - \mu)^{-\frac{1}{2}} d\mu + \quad (23)$$

$$+z \int_0^1 \chi'''(z\mu) \mu^2 (1-\mu)^{-\frac{1}{2}} d\mu + \frac{1}{2} \int_0^1 v''(z\mu) \mu^{\frac{3}{2}} (1+\sqrt{\mu})^{-1} d\mu .$$

Из формул (21) – (23) следует, что при выполнении условий А и В, налагаемых на функции  $v$  и  $\chi$  соответственно,  $\tau \in C^{(2)}[0, +\infty)$ .

Единственность решения задачи  $C_2 - G$  следует из единственности решения задачи  $C_2$ , взятого за основу и однозначной разрешимости интегрального уравнения Абеля, к которому задача свелась. Существование доказано проверкой.

Результаты, представленные авторами настоящей статьи, являются продолжением исследований по постановке и решению краевых задач для вырождающихся гиперболических уравнений, опубликованных в работах [3-8].

### Список литературы

1. М. М. Смирнов. Уравнения смешанного типа // Высшая школа, Москва, 1985.
2. Градштейн И. С., Рыжик И. М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. Москва. Физматгиз, 1971.
3. Бушков С.В., Родионова И.Н. О постановке одной нелокальной задачи для уравнения гиперболического типа третьего порядка // Современные проблемы математических и естественных наук в мире / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, №2 – Казань, 2015 - с. 18-22.
4. Бушков С.В., Родионова И.Н. О постановке краевых задач для уравнения Эйлера-Дарбу в области, содержащей две линии сингулярности коэффициентов уравнения // О вопросах и проблемах современных математических и естественных наук/Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, №3 – Челябинск, 2016. - с. 10-16.
5. Васильева О. А., Родионова И. Н. Для обобщенного уравнения Эйлера-Дарбу задача с нестандартными условиями сопряжения на характеристической линии // ScienceTime. 2016. №5(29). С. 116-124.
6. Родионова И.Н., Долгополов В.М. Аналог задачи  $\Delta_1$  для гиперболического уравнения второго порядка в трехмерном пространстве // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки. 2015. Т. 19. №4. С. 697-709.
7. Долгополов В.М., Родионова И.Н. Экстремальные свойства решений специальных классов одного уравнения гиперболического типа // Математические заметки 2012. Т. 92, №4. С. 533-540.
8. И.Н. Родионова, М. В. Долгополов, В. М. Долгополов. Об одной нелокальной задаче для уравнения Эйлера-Дарбу // Вест. Сам. гос. техн. ун-та. сер. Физ.-мат. науки, 2016. Т. 20, №2. С. 259-275. doi:10. 14498/vsgtu1487.

### СЕКЦИЯ №3.

#### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.03)

### СЕКЦИЯ №4.

#### ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.04)

### СЕКЦИЯ №5.

#### ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.05)

**СЕКЦИЯ №6.  
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06)**

**СЕКЦИЯ №7.  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)**

**СЕКЦИЯ №8.  
ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)**

**МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.00)**

**СЕКЦИЯ №9.  
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)**

**СЕКЦИЯ №10.  
МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)**

**СЕКЦИЯ №11.  
МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)**

**СЕКЦИЯ №12.  
ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)**

**СЕКЦИЯ №13.  
БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08)**

**АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)**

**СЕКЦИЯ №14.  
АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)**

**СЕКЦИЯ №15.  
АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02)**

**СЕКЦИЯ №16.  
ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03)**

**СЕКЦИЯ №17.  
ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04)**

**ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00)**

**СЕКЦИЯ №18.  
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01)**

**СЕКЦИЯ №19.  
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02)**

**СЕКЦИЯ №20.  
РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03)**

**СЕКЦИЯ №21.  
ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04)**

**СЕКЦИЯ №22.  
ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05)**

**ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
В ПИЩЕВЫХ ВОЛОКНАХ**

**Зайцева И. И.<sup>1</sup>, Перегончая О. В.<sup>1</sup>, Соколова С. А.<sup>1</sup>, Дерканосова Н. М.<sup>1</sup>,  
Тараканова М. А.<sup>2</sup>, Клиньских А. Ф.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

**1. Постановка задачи.**

Центры локализации ионов тяжёлых металлов – это области структуры с водородными связями, которые могут быть идентифицированы методами инфракрасной спектроскопии. В работе ставится задача исследования инфракрасных спектров пищевых волокон (экструдат амаранта, зерно амаранта, целлюлоза, ПВ айвы, ПВ тыквы, ПВ яблока, пектин, хитозан) с целью определения центров локализации.

**2. Экспериментальная часть.**

Фурье-ИК-спектроскопия (Фурье-ИКС) – это широко известная и проверенная технология анализа для идентификации неизвестных химических веществ. Метод основан на микроскопическом взаимодействии инфракрасного света с химическим веществом посредством процесса поглощения и в результате дает набор диапазонов, называемый спектром. Данный спектр уникален для химического вещества и служит «молекулярным отпечатком». Помимо того, что Фурье-ИКС – это широко применимый метод, в ней используется анализ присущих свойств химического вещества. Благодаря этому Фурье-ИКС удобна для работы с базами данных по спектрам соединений. С помощью обширной базы данных подход сопоставления со спектральной библиотекой дает возможность быстро идентифицировать тысячи химических веществ на основании их уникального «молекулярного отпечатка». Кроме того, что поглощение характерно для отдельных групп атомов, его интенсивность прямо пропорциональна их концентрации. Таким образом, измерение интенсивности поглощения дает после простых вычислений количество данного компонента в образце. На рис. 1 приведены спектры исследуемых соединений.

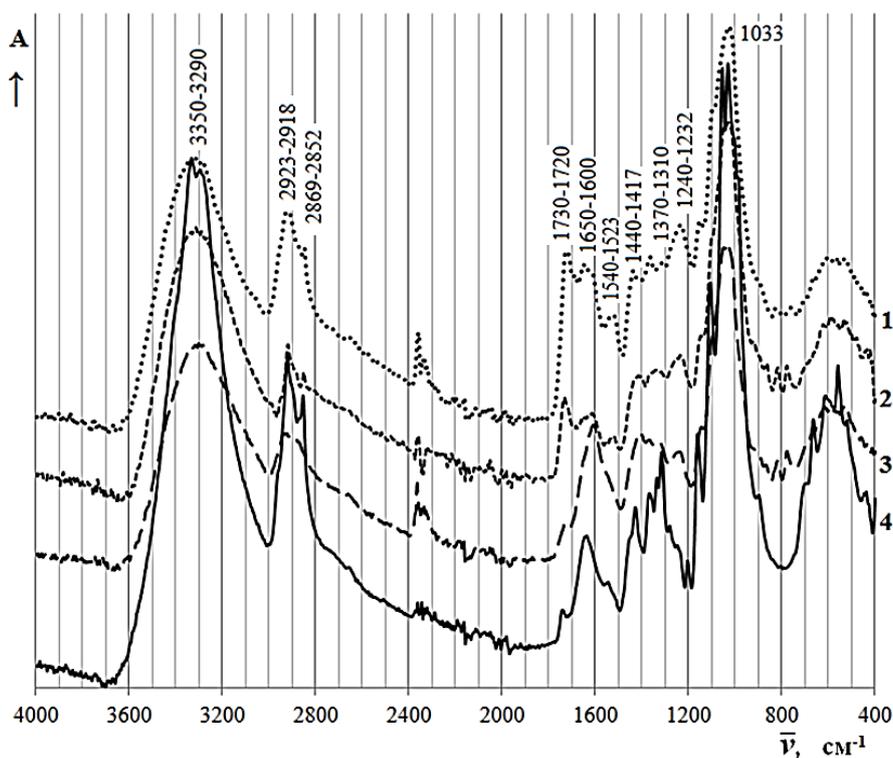


Рис. 1. Инфракрасные спектры поглощения (A) образцов пищевых волокон: 1 – айвы, 2 – яблока, 3 – тыквы; 4 – волокно целлюлозы.

### 3. Расшифровка спектров.

Примеры расшифровки спектров исследуемых соединений приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1. Расшифровка ИК-спектров образцов пищевых волокон (амарант): №1 – экструдат амаранта, №2а – помол зерна амаранта

Образец, №	Область спектра, полоса, см <sup>-1</sup>	Предположительное соотношение полосы с группой атомов	Примечание
<b>Диапазон: 3800-3500</b>			
2а	3751 ср., 3710 сл.	Колебания свободных неассоциированных групп -ОН в спиртах и молекулах воды	
1, 2а	3735 ср., 3689 сл.		
1, 2а	3674 ср.	Колебания свободных групп -ОН в спиртах и слабо ассоциированных молекул воды	3670-3580 [1]
2а	3647 ср., 3630 сл., 3620-3610 сл., 3587 сл.		
1, 2а	3566 ср.	Колебания групп -ОН в димерах спиртов, а также в -СООН при образовании межмолекулярных связей	3550-3450 [1]
<b>Диапазон: 3500-2800</b>			
1, 2а	3410-3260 с.	Широкая полоса валентных колебаний групп N-H и O-H	Смещение макс. к меньшим частотам говорит о большей ассоциации -ОН гр. [1]
1	3320-3290	Максимум	
2а	3300-3290	Максимум	
<b>Диапазон: 1800-600</b>			
2а	1419 ср.	Деформационные колебания O-H в карбоксильной группе, вторичных спиртах [1, 3] и C-H в углевод. радикале карбоновых кислот -CH <sub>2</sub> -CO [1]	Поглощение в области 1400-1300 также может быть связано с колебаниями COO <sup>-</sup>
2а	1398 ср.		
1, 2а	1377 ср.	Симметричные деформационные колебания C-H в группах -CH <sub>3</sub> , деформационные колебания -ОН [1, 3]	

2a	1317 сл.	Валентные (скелетные) колебания С-N в амидной связи, деформационные колебания -ОН [1, 3]	
2a	1029 с. 1001 с.	«Эфирная полоса», соответствующая колебаниям С-О связи, подтверждается наличием полос деформационных колебаний –ОН в области 1400-1250 [1]	
1	1051-1041 с. 1022 с.		
Диапазон: <b>600-400</b>		Валентные колебания ароматических структур и углеводородных колец, а также алкенов [3]	

Таблица 2. Расшифровка ИК-спектров образцов пищевых волокон (ПВ): №4 – ПВ айвы, №5 – ПВ тыквы, №6 – ПВ яблока

№	Область спектра, полоса, см <sup>-1</sup>	Предположительное соотнесение полосы с группой атомов	Примечание
Диапазон: <b>3800-3500</b>			
4	3800, 3750, 3740, 3725, 3700	Колебания свободных неассоциированных групп -ОН в спиртах и молекулах воды [1]	Все пики слабые, более ярко выраженные для №6 яблока.
5	3800, 3745, 3725, 3712, 3700		
6	3800, 3776, 3745, 3733, 3725, 3712, 3700		
4	3700, 3674-3670, 3647, 3627-3620, 3606-3600, 3585	Колебания свободных групп -ОН в спиртах и слабо ассоциированных молекул воды 3670-3580 [1]	Все пики слабые, более ярко выраженные для №6 яблока.
5	3693, 3680, 3664, 3635, 3620-3600, 3585		
6	3700, 3674-3670, 3647, 3625, 3620, 3606, 3585		
4	3566	Колебания групп -ОН в димерах спиртов, а также в -СООН при образовании межмолекулярных связей 3550-3450 [1]	Все пики слабые, в виде ступенек
5	3566, 3525-3516		
6	3566		
Диапазон: <b>3500-2500</b>			
4	3400-3270, пик 3320 с.	Широкая полоса валентных колебаний групп N-H и O-H [1, 2, 3]	Смещение макс. к меньшим частотам говорит о большей ассоциации -ОН групп. [1]
5	3380-3270, пик 3300 с.		
6	3400-3270, пик 3310 с.		
Диапазон: <b>1800-600</b>			
4-6	1369 ср. 1315 ср.	Деформационные колебания -ОН [1, 3]	
4-6	1110-980, 1033 с. пик	«Эфирная полоса», соответствующая колебаниям С-О связи, подтверждается наличием полос деформационных колебаний –ОН в области 1400-1250 [1]	
Диапазон: <b>900-400</b>		Валентные колебания ароматических структур и углеводородных колец, а также алкенов [3]	

#### 4. Выводы.

Показано, что для контроля содержания ионов тяжёлых металлов в пищевых волокнах методы инфракрасной спектроскопии обеспечивают информативность и получение количественных характеристик.

#### 5. Благодарности.

Результаты исследований получены на оборудовании Центра коллективного пользования Воронежского государственного университета. URL: <http://ckp.vsu.ru>. Заявки: № 3-48, № 3-63.

## Список литературы

1. Казицына Л. А., Куплетская Н. Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектропии в органической химии. М., Изд-во Моск. ун-та, 1979, 240 с.
2. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М., Изд-во МГУ, 2012, 55 с.
3. Otto M. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Том I. Москва: Техносфера, 2003. - 416с.

### СЕКЦИЯ №23.

#### АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06)

### СЕКЦИЯ №24.

#### ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.07)

#### ПРИРОДА «БОЗОННОГО» ПИКА В ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛОЕМКОСТИ ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕКОЛ

Колесников Е.Д., Клиньских А.Ф.

ФГБОУ ВО «Воронежский Государственный Университет»

##### Актуальность задачи

Известно, что нагрев стекол сопровождается экзо- и эндотермическими тепловыми реакциями. Можно ожидать, что существует взаимосвязь между тепловыми эффектами, фиксируемыми при нагреве металлических стекол (МС) и динамикой и релаксацией структуры. Природа тепловых явлений в металлических стеклах наиболее часто интерпретируется в терминах уничтожения или генерации «избыточного» свободного объема при термообработке стекла. Однако, имеется ряд экспериментальных и теоретических работ, противоречащих этой концепции. Поэтому задача интерпретации и расчета тепловых эффектов, возникающих при нагреве, как исходных (свежезакаленных), так и отрелаксированных МС, является актуальной.

##### Постановка задачи

Идентификация структурных «дефектов» и определение их роли в процессах структурной релаксации может пролить свет на конкретные микроскопические механизмы, ответственные за свойства МС. В данной работе рассматривается природа «бозонного» пика [2]. Предлагается проанализировать три модели: двухуровневой системы, гармонического осциллятора и нелинейного осциллятора Морзе. Целью расчета было нахождение температурных зависимостей теплоемкости в рамках этих моделей.

##### Общий формализм

В работе использован формализм Гиббса, обеспечивающий нахождение статистической суммы и, как следствие этого, расчет интересующих нас термодинамических величин. В рамках метода используются данные об энергетическом спектре системы. Пусть  $\varepsilon_n$  есть уровни энергии системы. Тогда статистическая сумма  $Z(T)$  и ее моменты  $Z_1(T)$ ,  $Z_2(T)$  принимают вид:

$$Z(T) = \sum_n e^{-x_n}; \quad Z_1(T) = \sum_n x_n \cdot e^{-x_n}; \quad Z_2(T) = \sum_n x_n^2 \cdot e^{-x_n},$$

где  $x_n = \frac{\varepsilon_n}{k_B T}$ ,  $k_B$  – постоянная Больцмана,  $T$ - абсолютная температура. Стандартная процедура позволяет найти теплоемкость при постоянном объеме  $C_v(T)$  ( $R$  – газовая постоянная):

$$\frac{C_v(T)}{R} = \frac{Z_2}{Z} - \left(\frac{Z_1}{Z}\right)^2.$$

Далее рассмотрим применение этой формулы для конкретных моделей.

1. Двухуровневая система.

Для двухуровневой системы спектр представляет собой набор двух энергетических уровней:

$$\varepsilon_0 = 0; \quad \varepsilon_1 = \varepsilon.$$

Соответственно величины  $x_n$  принимают вид (постоянная Больцмана принята за единицу):

$$x_0 = 0; \quad x_1 = \frac{\varepsilon}{T}.$$

Явные выражения для статистической суммы и ее моментов

$$Z(T) = 1 + e^{-\frac{\varepsilon}{T}}; \quad Z_1(T) = \frac{\varepsilon}{T} e^{-\frac{\varepsilon}{T}}; \quad Z_2(T) = \left(\frac{\varepsilon}{T}\right)^2 e^{-\frac{\varepsilon}{T}}$$

позволяют найти формулу для теплоемкости:

$$\frac{C_v(T)}{R} = \frac{\left(\frac{\varepsilon}{T}\right)^2 e^{-\frac{\varepsilon}{T}}}{1 + e^{-\frac{\varepsilon}{T}}} - \frac{\frac{\varepsilon^2}{T^2} e^{-\frac{2\varepsilon}{T}}}{\left(1 + e^{-\frac{\varepsilon}{T}}\right)^2}.$$

Типичная зависимость  $C_v(T)$  приведена на рисунке 1. Отметим, наличие низкотемпературного пика в отличие от модели гармонического осциллятора. В рамках последней температурная зависимость монотонно возрастает.

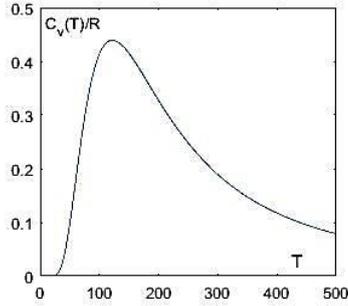


Рис. 1. Температурная зависимость теплоемкости для двухуровневой системы.

## 2. Гармонический осциллятор.

В рамках этой модели спектр имеет вид:

$$\varepsilon_n = \hbar\omega \left(n + \frac{1}{2}\right); \quad n = 0, 1, 2 \dots$$

$$x_n = \frac{\hbar\omega}{T} + \left(\frac{1}{2} + n\right) = \frac{\hbar\omega}{2T} + \frac{\hbar\omega}{T} \cdot n;$$

Статистическая сумма и ее моменты равны:

$$Z(T) = \sum_{n=0}^{\infty} e^{-\frac{\hbar\omega}{2T} - \frac{\hbar\omega}{T}n} = e^{-\frac{\hbar\omega}{2T}} \cdot \frac{1}{1 - e^{-\frac{\hbar\omega}{T}}};$$

$$Z_1(T) = \left(-\frac{dg(\xi)}{d\xi}\right)_{\xi=1}$$

$$Z_2(T) = \left(\frac{d^2g(\xi)}{d\xi^2}\right)_{\xi=1}$$

где

$$g(\xi) = \frac{1}{2\sinh\left(\xi \frac{\hbar\omega}{2T}\right)}.$$

Как отмечалось выше, температурная зависимость теплоемкости не имеет пика. Поэтому для объяснения «бозонного» пика нами предлагается модель нелинейного осциллятора Морзе. В рамках предлагаемой модели «бозонный» пик определяется двумя низколежащими колебательными уровнями, а остальные уровни дают вклад в монотонную температурную зависимость теплоемкости.

## 1. Нелинейный осциллятор Морзе

Модель осциллятора Морзе определяется следующей зависимостью потенциальной энергии от координаты

$$U(x) = A[e^{-2\alpha x} - 2e^{-\alpha x}],$$

где  $A$  — глубина ямы,  $\alpha$  — параметр ангармоничности. Для нахождения спектра необходимо решить стационарное уравнение Шредингера

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} [E - Ae^{-2\alpha x} + 2Ae^{-\alpha x}] \Psi = 0.$$

Получаем набор уровней в потенциале Морзе

$$\varepsilon_n = -A \cdot \left[ 1 - \frac{2\hbar\alpha}{\sqrt{2mA}} \left( n + \frac{1}{2} \right) + \frac{\hbar^2\alpha^2}{2mA} \left( n + \frac{1}{2} \right)^2 \right],$$

где  $n = 0, 1, 2, \dots$ . Аналогично предыдущим случаям можно провести расчёт теплоёмкости. График температурной зависимости теплоёмкости показан на рисунке 2. Следует отметить, наличие пика в отличие от модели гармонического осциллятора.

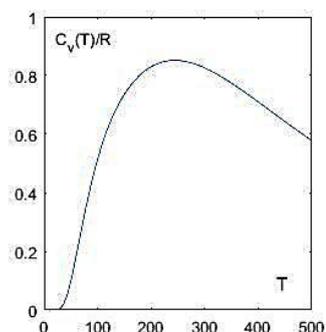


Рис. 2. Температурная зависимость теплоемкости в рамках модели осциллятора Морзе.

### **Выводы**

В работе проведен сравнительный анализ теоретических моделей низкотемпературного поведения теплоемкости металлических стекол различного состава. Были рассмотрены модели двухуровневой системы, гармонического осциллятора и нелинейного осциллятора Морзе. Последовательный теоретический расчет был проведен с использованием формализма Гиббса.

### **Список литературы**

1. Anderson W.P. Through the Glass Lightly // Science. — 1995. — Vol. 267. — P. 1609-1618.
2. Khonik V.A. Estimate of the fourth-rank shear modulus in metallic glasses//Estimate Journal of Alloys and Compounds – 2017. – Vol.714. – P.168-171.
3. Khonik V.A. Boson Heat Capacity Peak in Metallic Glasses: Evidence of the Same Defect-Induced Heat Absorption Mechanism in Structurally Relaxed and Partially Crystallised States//Physica Status Solidi – 2018. – Vol.1700412. – P.1-4.
4. Holder J., Granato A.V. Thermodynamic Properties of Solids Containing Defects // Physical Review. — 1969. — Vol. 182. — P. 729–741.
5. Schroers J. Bulk Metallic Glasses // Physics Today. — 2013. — Vol. 66. — P. 32–37

### **СЕКЦИЯ №25.**

#### **ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08)**

### **СЕКЦИЯ №26.**

#### **ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09)**

**СЕКЦИЯ №27.  
ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10)**

**СЕКЦИЯ №28.  
ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)**

**СЕКЦИЯ №29.  
ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13)**

**СЕКЦИЯ №30.  
ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14)**

**СЕКЦИЯ №31.  
ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР,  
АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15)**

**СЕКЦИЯ №32.  
ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16)**

**СЕКЦИЯ №33.  
ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ  
СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17)**

**СЕКЦИЯ №34.  
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18)**

**СЕКЦИЯ №35.  
ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20)**

**СЕКЦИЯ №36.  
ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21)**

**СЕКЦИЯ №37.  
ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23)**

## ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00)

### СЕКЦИЯ №38.

#### НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01)

### СЕКЦИЯ №39.

#### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02)

### СЕКЦИЯ №40.

#### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03)

### СЕКЦИЯ №41.

#### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04)

### СЕКЦИЯ №42.

#### ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)

### СЕКЦИЯ №43.

#### ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06)

### РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ: ЭТАНОЛ

Константинов Н.Ю.

ФАНО РОССИИ, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки, Институт физической химии им. А. Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН), г. Москва

Создание структур в дисперсных системах с целью придания им прогнозируемых свойств требует простых и надежных способов описания физических свойств материалов, в частности, температур фазовых переходов с помощью доступных из эксперимента параметров. Для расчета температуры плавления  $T_{\lambda}$  кристаллических материалов существует критерий Линдемана

$$T_{\lambda} = \frac{x_m^2}{9\hbar^2} M k_B \theta r_s^2 \quad (1)$$

где  $r_s$  — средний радиус элементарной ячейки,  $M$  — масса атома,  $\theta$  — температура Дебая, а параметр  $x_m$  для большинства материалов меняется в интервале 0,15-0,3. Однако для глубоко охлажденных органических систем с водородными связями при возрастании температуры наблюдаются ряд процессов (стеклование, образование метастабильных и стабильных кристаллических фаз и др.) предшествующих собственно плавлению системы. Для описания такого рода процессов общепринятых критериев, подобных (1), не предложено. Ранее нами с целью поиска непараметрических методов прогнозирования свойств органических соединений [1] были рассмотрены температуры фазовых переходов I и II рода в одном их самых простых химических соединений с водородными связями — метаноле и их взаимосвязь с доступными экспериментальными данными — положением ИК полос поглощения. Было показано, что с достаточной точностью, определяемой значением полуширины спектральной линии  $\text{FWHM} \sim 10 \text{ cm}^{-1}$ , значение температур обсуждаемых фазовых переходов связано с  $\nu(\text{cm}^{-1})$  — положением максимумов ИК полос поглощения линейным соотношением  $T^{\circ}\text{K} = \mathbf{k} \nu(\text{cm}^{-1})$ , где  $\mathbf{k} = 1,38(0,05)$ . Целью данной публикации является проверка применимости ранее сформулированного подхода для описания термически индуцированных фазовых переходов следующего члена гомологического ряда алифатических спиртов — этанола.

Этанол, как и его предшественник - метанол, способен к образованию протяженных пространственных молекулярных структур за счет водородных связей, и может рассматриваться в качестве модельной системы для поиска закономерностей, определяющих температурные области фазовых переходов в соединениях с Ван-дер-Ваальсовым взаимодействием.

Этанол существует в виде нескольких кристаллических модификаций в зависимости от своей термической истории. Стабильная, полностью упорядоченная, моноклинная форма кристаллического C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH характеризуется следующими параметрами (пространственная группа P<sub>c</sub>, a= 5,377(4) Å, b= 6,882(5) Å, c= 8,255(8)Å, β= 102,2 (1)°, V= 298,6 Å<sup>3</sup> при 87 К, Z=4, D<sub>x</sub>= 1,025 g cm<sup>-3</sup>). Пары молекул, соединенных водородными связями, образуют бесконечную цепь [2]. В зависимости от скорости охлаждения и последующей термической истории этанол может существовать в виде нескольких твердых фаз. Так при быстром охлаждении этанола (30 К/мин) до температуры стеклования T<sub>g</sub> =97К образуются аморфные стекла (AS) [3]. Охлаждением этанола с промежуточной скоростью (единицы К / мин) получают пластический кристалл (PC) [4]. SG - structured glass, (иногда используется термин ODC - glassy crystal), получают путем быстрого охлаждения пластического кристалла ниже T<sub>g</sub> =97 К [3].

Оптические свойства этанола в различных агрегатных состояниях стали предметом ряда исследований [5-9], их результаты сведены в Таб.1, где приведены значения ν (cm<sup>-1</sup>) - волнового числа в максимумах ИК-полос поглощения этанола в кристаллическом и аморфном (стеклообразном и жидком) состояниях.

Для аморфной фазы характерны широкие (FWHM~50 cm<sup>-1</sup>) полосы поглощения. В кристаллическом состоянии наблюдаются хорошо разрешенные оптические переходы (FWHM ~10 cm<sup>-1</sup>). В Таб.1 приводятся соответствующие значения температур фазовых переходов и тип наблюдаемого фазового перехода. В таблице приняты следующие обозначения: PC –пластический кристалл (plastic crystal), SG – структурированное стекло (structured glass), SCLS - переохлажденная жидкая фаза (super-cooled liquid state), AS-аморфная фаза (amorphous state), n/m - в этой спектральной области измерения не проводились.

Таб.1. Положение максимумов поглощения ν (cm<sup>-1</sup>) этанола в различных агрегатных состояниях и температуры фазовых переходов (третья строка- температура измерения ИК спектров).

amorph.	liquid		crystalline			T <sub>exp</sub> °K	phase transitions
[5]	[6]	[6]	[5]	[7]	[7]		
10 °K	295°K	160°K	155°K	n/m	20°K		
460	n/m		466	n/m	n/m		vapour
431	n/m		428	n/m	n/m		vapour
<b>300</b>		<b>293</b>	<b>286</b>	<b>309</b>	<b>294</b>	<b>351,39</b>	<b>boiling</b>
	279		275		282		liquid
246		236	245	259			liquid
			218				liquid
	190		191	180	193		liquid
<b>139</b>	<b>137</b>	<b>130</b>	<b>136</b>	<b>132</b>	<b>143</b>	<b>159,01[6]</b>	<b>melting</b>
110	115	115	117		120	110[5,8]	PC→monoclinic
n/m		n/m	n/m	99		105[8]	SCLS→ PC formation
n/m		n/m	n/m	<b>91</b>	<b>90</b>	<b>97[8,9]</b>	<b>T<sub>g</sub></b> (SG→SCLS)
n/m	78	n/m	n/m			80 [8]	AS → SG

Из сопоставления данных приведенных в таблице, можно сделать важное заключение: фазовые переходы I и II рода можно наблюдать в пределах контура линии ИК поглощения (обычно вблизи максимума соответствующей полосы поглощения). Это условие, сформулированное ранее [1] для случая метанола, подтверждается и в случае температурно-индуцированных структурных трансформаций в этаноле. На рис.1 представлена зависимость температур фазовых переходов в этаноле от ν (cm<sup>-1</sup>) - положения максимумов поглощения этанола в ИК области.

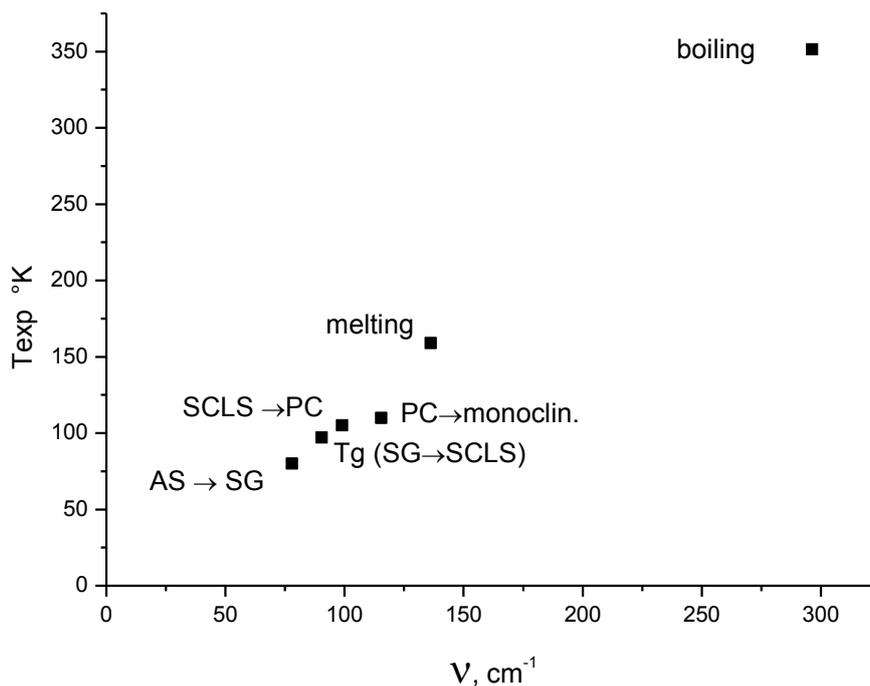


Рис 1. Зависимость температуры экспериментально наблюдаемых фазовых переходов в этаноле ( $T_{exp}$ °K) от положения полос поглощения в ИК области спектра  $\nu$ ( $cm^{-1}$ ).

Как следует из данных, представленных на Рис.1, наблюдается убедительная линейная корреляция ( $R=0,995$ ) между положением пиков в спектрах оптического ИК-поглощения и температурой фазовых переходов в этаноле в рассматриваемой температурной области в виде

$$T^{\circ}K=1,14 (0,04) \nu(cm^{-1}).$$

Этой зависимости подчиняются не только фазовые переходы I рода (плавление и кипение), но и гораздо более “тонкие” процессы типа SCLS→PC и AS → SG. Следует отметить близкие, но различающиеся, значения коэффициента пропорциональности для случая метанола [1] и этанола 1,38(0,05) и 1,14 (0,04), соответственно.

#### Заключение

Результаты исследования позволяют сделать вывод, что данные ИК спектроскопии могут служить надежной экспериментальной основой для непараметрического прогнозирования температур фазовых переходов в Ван-дер-Ваальсовых системах.

#### Список литературы

1. Константинов Н.Ю. ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ: МЕТАНОЛ, V Международная научно-практическая конференция “Актуальные вопросы современных математических и естественных наук”, Екатеринбург, 2018 г., стр. 16-18.
2. P. G. Jönsson, Hydrogen bond studies. CXIII. The crystal structure of ethanol at 87K. Acta Cryst.. (1976), B32, pp. 232-235.
3. O. Haida, H. Suga, S. Seki, Calorimetric study of the glassy state XII. Plural glass-transition phenomena of ethanol, J. Chem. Thermodyn., 9, (1977) pp. 1133-1148.
4. A. Srinivasan, F. J. Bermejo, A. De Andres, J. Dawidovski, J. Zuniga, and A. Griado, Evidence for a supercooled plastic-crystal phase in solid ethanol, Phys. Rev. B, (1996), 53, pp. 8172 -8175.
5. R.L. Hudson, An IR investigation of solid amorphous ethanol — Spectra, properties, and phase changes, Spectrochimica Acta, Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 187, (2017), pp. 82–86.

6. Y. Mikawa, J.W. Brasch and R.J. Jakobsen, Polarized infrared spectra of single crystals of ethyl alcohol, Spectrochim. Acta, 27A, (1971), pp. 529-539.
7. A.Anderson, W.Smith , Far-infrared spectra of solid ethanol at high pressures, Chemical Physics Letters, Vol. 257, 1–2, (1996), pp. 143-147.
8. A. Drobyshev, A. Aldiyarov, K. Katpaeva, E. Korshikov, V. Kurnosov, and D. Sokolov, Transformation of cryovacuum condensates of ethanol near the glass transition temperature, Low Temperature Physics, 39, (2013), pp. 714- 718.
9. M. A. Ramos, I. M. Shmyt'ko, E. A. Arnautova, R. J. Jiménez-Riobóo, V.Rodriguez-Mora, S. Vieira, M. J. Capitán, On the phase diagram of polymorphic ethanol: Thermodynamic and structural studies, Journal of Non-Crystalline Solids Vol. 352, (2008), pp. 4769-4775.

#### **СЕКЦИЯ №44.**

#### **ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08)**

#### **СЕКЦИЯ №45.**

#### **ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09)**

#### **СЕКЦИЯ №46.**

#### **БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10)**

#### **СЕКЦИЯ №47.**

#### **КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11)**

### **ВЛИЯНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ ВОДНОЙ ДИСПЕРСИИ ПВС НА ВНУТРЕНнюю ВЯЗКОСТЬ ЦЕПИ МАКРОМОЛЕКУЛЫ**

**Ломовской В.А., Абатурова Н.А., Баленко П.В., Ломовская Н.Ю.**

ФГУП Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН  
ФГБОУ ВО Московский технологический университет Институт тонких химических  
технологий им. М.В. Ломоносова

Исследование реологических характеристик водных растворов ПВС различной молекулярной массы показало, что реологические кривые течения образуют область неньютоновского поведения в диапазоне скоростей сдвига от  $10^{-2} \text{ с}^{-1}$  до  $10^1 \text{ с}^{-1}$ . Вследствие того, что данный эффект возможен только в дисперсных системах, в работе рассматриваются вопросы структурообразования в системе ПВС - вода различной молекулярной массы с использованием метода динамического светорассеивания, проведенного на устройстве Zetasizer Nano ZS в интервале температур  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  -  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ , что соответствует области метастабильности на диаграмме состояния. Проводится теоретический анализ диффузионного уравнения перемещения многосегментной макромолекулы ПВС с учетом внутренней вязкости. Полученные экспериментальные данные по светорассеянию показали, что в системе поливиниловый спирт – вода содержатся нерастворенные частицы, которые изменяют свой размер при изменении температуры (Рис.1).

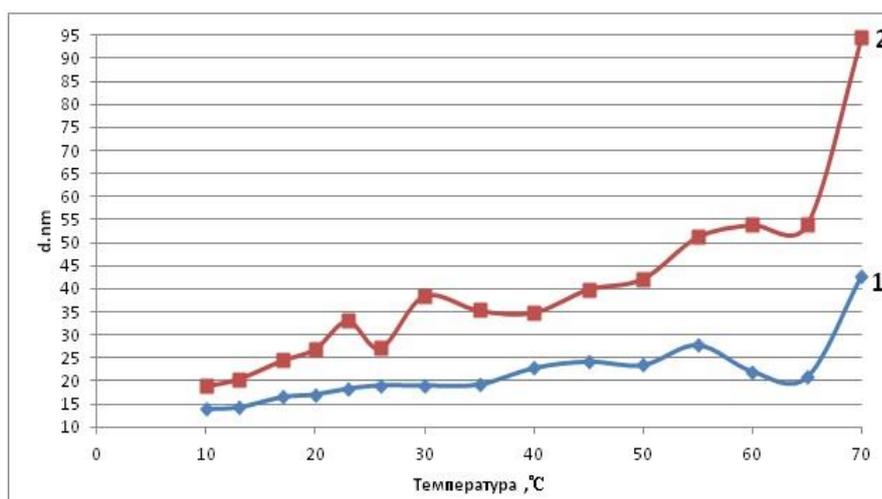


Рисунок 1 – Зависимость размера частиц в системе ПВС - вода от температуры:  
 1- Mowiol 5-88 4% ( $M_w=2,1 \cdot 10^4$ ); 2 - Mowiol 47-88 4% ( $M_w=8,1 \cdot 10^4$ )

Причем наблюдается определенная зависимость от молекулярной массы. Чем выше молекулярная масса, тем большего размера частицы обнаруживаются в дисперсной системе. Кроме того, установлено, что при повышении температуры размер дисперсных частиц увеличивается, что можно объяснить набуханием макромолекулы поливинилового спирта и вследствие этого увеличение в размере молекулярного клубка.

Как известно, наличие внутренней вязкости в цепи макромолекулы (или её кинетическая жесткость) и вязкость растворителя должны оказывать существенное влияние на угол ориентации сегментов макромолекулы в растворе при течении [1-5]. Кроме того, величина угла ориентации зависит не только от вязкости растворителя, молекулярной массы, температуры, но и от внутренней вязкости полимерной цепи. В дисперсной системе наряду с внутренней вязкостью цепи макромолекулы несвёрнутой в клубок или глобулу необходимо учитывать вклад в общий диссипативный процесс течения ещё и внутреннюю вязкость внутри глобулы и сопротивление течению глобулы в общем потоке. При рассмотрении диффузионного уравнения перемещения гибкой макромолекулы в растворе проводилось последовательное введение сил внутреннего трения, как при растяжении цепи макромолекулы, так и с заторможенностью вращения каждой цепи относительно соседних макромолекул. Для плоской многосегментной цепи имеет квадратичную зависимость как от скорости растяжения цепи макромолекулы по направлению течения, так и от угла ориентации сегмента по отношению к направлению течения. В данной модели не учитывается влияние внутренней вязкости глобулы и её размеров относительно объёма занимаемого отдельным сегментом макромолекулы в приближении бусинок распределенных по цепи. В этом случае, необходимо рассматривать процесс с учетом возможности гидродинамической проницаемости клубка. Проведенные расчеты показывают, что для цепи не входящей в клубок внутренняя вязкость пропорциональна молекулярной массе полимера, а для цепи входящей в клубок – внутренняя вязкость имеет степенную зависимость с показателем степени меньше единицы.

#### Список литературы

1. Будтов В.П., Готлиб Ю.А. // ВМС 1965, Т.7, №3, С.478.
2. Готлиб Ю.А., Будтов В.П. // Вестник ЛГУ 1964, №16, С.88.
3. Готлиб Ю.А. Светлов Ю.Е. // ВМС 1964. Т.6, С.771.
4. Каргин В.А., Слонимский Г.Л. ДАН СССР 1948, Т.62, С.239.
5. Цветков В.Н., Будтов В.П. // ВМС 1964, №6, С.1209

**СЕКЦИЯ №48.**

**БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12)**

**СЕКЦИЯ №49.  
НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13)**

**СЕКЦИЯ №50.  
РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14)**

**СЕКЦИЯ №51.  
КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15)**

**СЕКЦИЯ №52.  
МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16)**

**СЕКЦИЯ №53.  
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17)**

**СЕКЦИЯ №54.  
ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21)**

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00)**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)**

**СЕКЦИЯ №55.  
РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01)**

**СЕКЦИЯ №56.  
БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02)**

**СЕКЦИЯ №57.  
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03)**

**СЕКЦИЯ №58.  
БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04)**

**СЕКЦИЯ №59.  
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)**

**СЕКЦИЯ №60.  
БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ)  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)**

**СЕКЦИЯ №61.  
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07)**

**СЕКЦИЯ №62.  
БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08)**

**СЕКЦИЯ №63.  
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА  
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09)**

**ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00)**

**СЕКЦИЯ № 64  
БОТАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.01)**

**СЕКЦИЯ №65.  
ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02)**

**СЕКЦИЯ №66.  
МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03)**

**СЕКЦИЯ №67.  
ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04)**

**СЕКЦИЯ №68.  
ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05)**

**СЕКЦИЯ №69.  
ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)**

**СЕКЦИЯ №70.  
ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)**

**СЕКЦИЯ №71.  
ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)**

**КОНЦЕНТРАЦИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В АТМОСФЕРЕ МИКРОРАЙОНА СОЛНЕЧНЫЙ  
Г. КРАСНОЯРСКА В ПЕРИОД 2015-2017 ГОДОВ**

**Заворуев В.В.<sup>1,2</sup>, Заворуева Е.Н.<sup>1</sup>, Бомбизова О.П.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Сибирский федеральный университет, Красноярск;

<sup>2</sup>Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск

Красноярский микрорайон «Солнечный» считается отдаленным районом города. Расстояние до ближайшей границы жилого района примерно 4 км. Солнечный разместился на холмах высотой 100-150 м. Занимает хорошо продуваемую территорию ветрами разных направлений (рис. 1). В 2017 году среднегодовая скорость ветра на посту наблюдения "Красноярск - Солнечный" составляла  $2,13 \pm 0,12$  м/с, а на ближайшем к нему посту наблюдения "Красноярск - Северный" только  $0,63 \pm 0,06$  м/с.

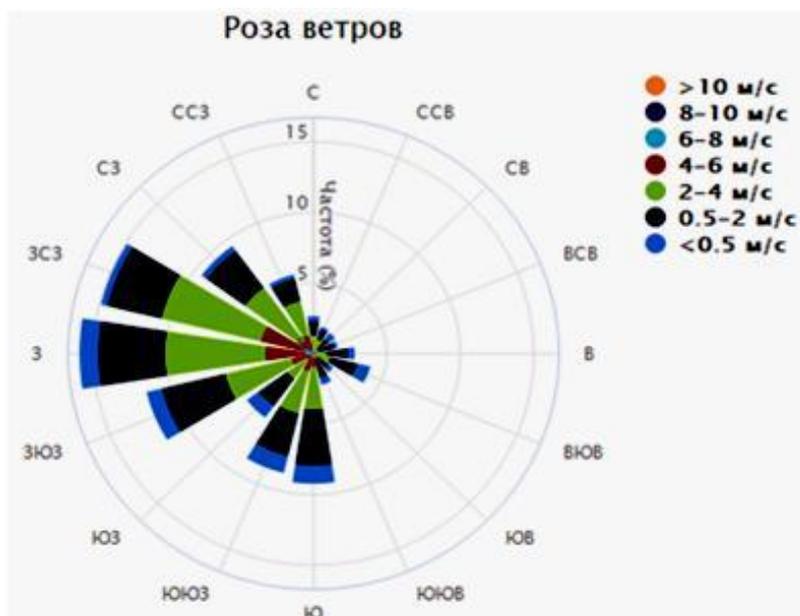


Рис. 1. Среднегодовая роза ветров в мкр. Солнечный (сайт <http://krasecology.ru>)

На территории мкр. Солнечный нет промышленных предприятий, тем не менее среднегодовые концентрации бенз(а)пирена в атмосфере этого микрорайона составили по данным «Центра реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края» (ЦРМПиООС) 3,6-4,0 долей ПДК в 2015-2017 годах. При этом концентрация бенз(а)пирена в целом по Красноярску в последние два года составила 5,1 долей ПДК [1, 2].

Основным источником загрязнения атмосферы бенз(а)пиреном в краевом центре является Красноярский алюминиевый завод (КраАЗ). В 2017 году этим предприятием было выброшено 1414,7 кг бенз(а)пирена. Если учесть ПДК этого вещества, которое составляет  $10^{-6}$  мг/м<sup>3</sup>, то тогда становится понятным, что указанное количество поллютанта способно загрязнить огромный объем воздушной среды.

Исходя из вышесказанного, было сделано предположение, что загрязнение воздушной среды бенз(а)пиреном в мкр. Солнечном связано с выбросами КраАЗа. Для проверки этой гипотезы было проведено изучение зависимости концентрации бенз(а)пирена от направления ветра.

Данные о концентрации бенз(а)пирена, скорости и направления ветра взяты из базы данных ЦРМПиООС (сайт <http://krasecology.ru>).

Зависимость концентрации бенз(а)пирена от направления ветра за период 2015-2017 годов представлена на рисунке 2. Видно, что самая большая концентрация бенз(а)пирена превысила 500 ПДК. За период наблюдения зафиксировано 6 случаев стократного превышения ПДК и 32 случая двадцати пяти кратного превышения ПДК.

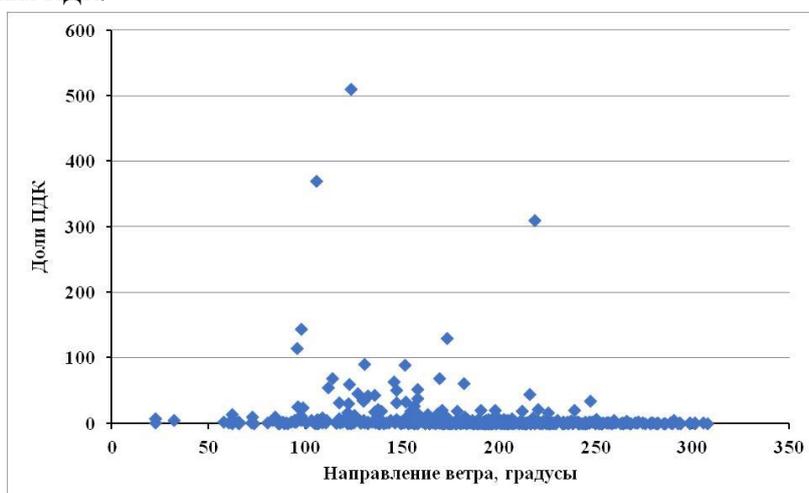


Рис. 2. Зависимость концентрации бенз(а)пирена от направления ветра на посту наблюдения "Красноярск - Солнечный"

Из данных, представленных на рис. 2, трудно определить те направления ветров, которые коррелируют с высокими концентрациями бенз(а)пирена. По этой причине для дальнейшей обработки данных был использован дисперсионный анализ.

Исходя из того, что диапазон направления ветра на рис. 2 находится в интервале от 23 до 308 градусов, он был разбит на сектора 0-45, 45-90, 90-135, 135-180, 180-225, 225-270 и 270-315. Для этих секторов были рассчитаны средние концентрации бенз(а)пирена (рис. 3). Необходимо отметить, что из расчета были исключены данные, полученные при скорости ветра 0,5 м/с и менее.

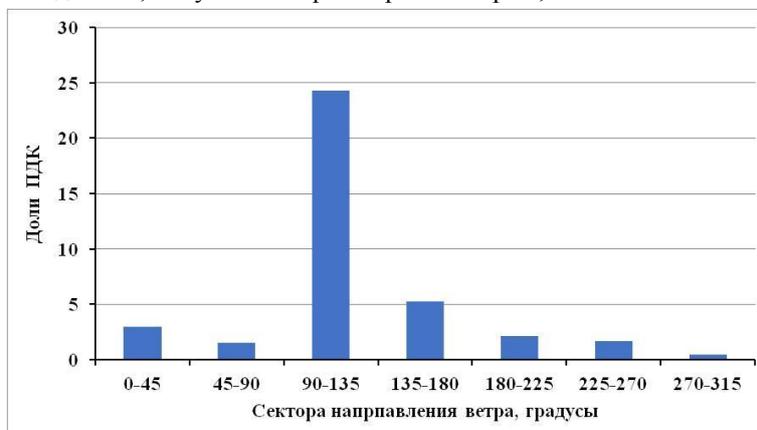


Рис. 3. Средние концентрации бенз(а)пирена в зависимости от сектора направления ветра

На рис. 3 в высшей степени значимо выделяется концентрация бенз(а)пирена, равная 24,3 долей ПДК, только одного сектора (90-135 градусов). Дисперсионный анализ показал, что средние концентрации бенз(а)пирена для других секторов между собой достоверно не различаются.

На этот сектор 90-135 градусов приходится группа направлений ветров со стороны КраЗа. Необходимо отметить, что выбросы бенз(а)пирена на этом предприятии происходят не с одного, а множества источников. В этом случае их объединяют и рассматривают как площадной источник. Производственные корпуса КраЗа расположены на территории прямоугольной формы со сторонами 700 м и 2300 м. Ориентация наибольшей стороны прямоугольника составляет 135 градусов.

Таким образом, в результате обработки данных, полученных ЦРМПиООС за период 2015-2017 годов, выдвинутая гипотеза того, что выбросы бенз(а)пирена на КраЗе являются одной из причин загрязнения атмосферы в мкр. Солнечном, нашла свое подтверждение.

Почему в выводе сказано, что на загрязнение атмосферы в микрорайоне влияют не только выбросы КраЗа?

Дело в том, что на рис. 3 на втором месте по величине средних концентраций бенз(а)пирена является значение (5,3 долей ПДК) в секторе ветров 135 - 180 градусов. Эта величина не достоверна при сорока пяти градусном разбиении направлений ветра. Однако, если предположить, что в секторе 135 - 180 градусов существуют компактно расположенные предприятия, выбрасывающие бенз(а)пирен, то их влияние на загрязнение атмосферы в мкр. Солнечном можно выявить за счет уменьшения угла сектора. В связи с этим были выбраны следующие сектора: 0-45, 45-90, 90-135, **135-166**, 166-225, 225-270 и 270-315. Для этих секторов были рассчитаны средние концентрации бенз(а)пирена (рис. 4).

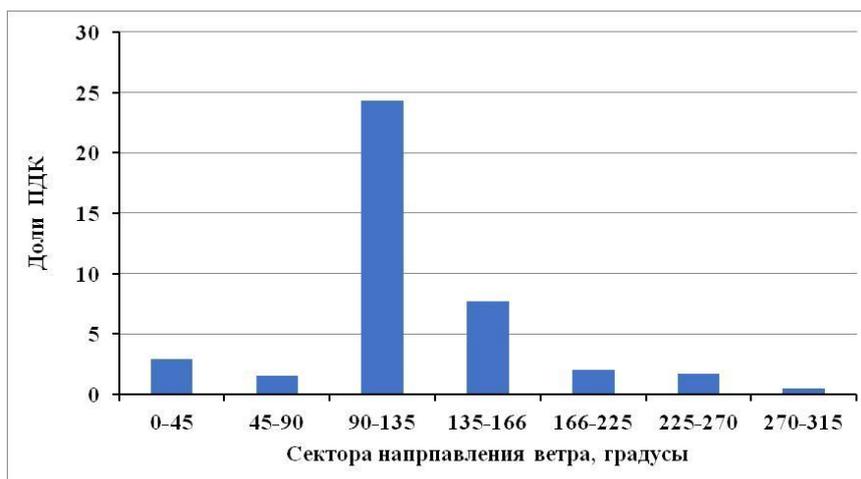


Рис. 4. Средние концентрации бенз(а)пирена в зависимости от сектора направления ветра. Сектор 135-166 и 166-225 не пропорциональны 45 градусам

На рис. 4 в высшей степени значимо выделяются концентрации бенз(а)пирена, равные 24,3 и 7,7 долей ПДК, для двух секторов (90-135 и 135-166 градусов). Дисперсионный анализ показал, что средние концентрации бенз(а)пирена для других секторов между собой достоверно не различаются.

В секторе ветров 135-166 градусов относительно компактно расположены три котельные. Одна из них принадлежит предприятию ООО "Монитор Телематика", две - ООО «КрасКом». (Примечание: в соответствии со схемой теплоснабжения города Красноярска до 2033 года, котельные КрасКома планировалось вывести из эксплуатации к началу 2018 года). Суммарный выброс бенз(а)пирена трех котельных в 2015-2017 годах составлял около 2 кг в год, что более чем в 700 раз меньше выбросов КраЗа. В связи с этим и с учетом розы ветров (рис. 1) трудно объяснить достоверное загрязнение атмосферы (рис. 4 сектор 135-166) в Солнечном от функционирования трех котельных. Возможно существует ещё какой-то неучтенный мощный источник бенз(а)пирена. В качестве такового может быть площадной выброс в границах садоводческого некоммерческого товарищества (СНТ) "Алюминий". На территории этого СНТ множество автономных источников теплоснабжения (АИТ), работающих на угле. Отапливаются не только дачные дома и коттеджи, но и многочисленные автосервисы, помещения малых предприятий и т.п. Следует отметить, что при сжигании одной тонны бородинского угля в АИТах в атмосферу поступает до 3 граммов бенз(а)пирена.

Таким образом, загрязнение бенз(а)пиреном атмосферы в мкр. Солнечном связано с выбросами с юго-восточной части г. Красноярска. Основной вклад в загрязнение вносят выбросы со стороны КраЗа.

#### Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2015 году». - Красноярск, 2016. - 314 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2016 году». - Красноярск, 2017. - 289 с.

#### СЕКЦИЯ №72.

#### БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09)

#### СЕКЦИЯ №73.

#### ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)

#### СЕКЦИЯ №74.

#### ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11)

**СЕКЦИЯ №75.  
МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)**

**СЕКЦИЯ №76.  
ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)**

**СЕКЦИЯ №77.  
БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14)**

**ОХРАНА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ  
К АНТРОПОГЕННЫМ НАРУЗКАМ**

**Яковлева Т.П., Гапоненко А.В., Реуцкая В.В.**

ФГОУ ВПО Российский государственный социальный университет

Термин «устойчивость» используется экологами в разных значениях. Устойчивость – это внутренне присущая системе способность выдерживать изменение, вызванное извне, или восстанавливаться после него [6]. Под устойчивостью зеленых насаждений (ГОСТ 28329-89) понимается способность насаждений сохранять в условиях антропогенных воздействий структуру и свойства [1]. Только устойчивые насаждения имеют шанс оставаться высокопродуктивными или выполнять другие функции до возраста спелости и старения. На устойчивость насаждений влияет множество антропогенных, биотических и абиотических факторов, которые снижают компенсаторные возможности лесных экосистем. Наиболее значительной в настоящий момент является группа антропогенных факторов. Охрана лесов и защита их от вредителей и болезней является одной из важнейших задач стоящих перед государством, решение которой возлагается на органы государственной власти и органы управления лесным хозяйством.

Загрязнение атмосферы оказывает значительное влияние на лесные экосистемы. Следствием загрязнения атмосферы является стресс испытываемый лесными экосистемами, и как результат – быстрая гибель лесов в непосредственной близости от источников загрязнения, а так же такие серьезные последствия как постепенные, незаметные изменения метаболизма, продуктивности и видового состава лесных экосистем на огромных территориях.

Исследования разных ученых показали, что основными вредными веществами разрушающими лесные экосистемы являются соединения серы, фтора, хлора, нитрозные газы, выхлопные газы автотранспорта и пылевидные выбросы. Главное токсичное вещество – это двуокись серы, выделяемое в атмосферу при сжигании топлива содержащего серу и при обжиге сернистых руд. Концентрация двуокиси серы свыше 0,4 мг/м<sup>3</sup> даже при кратковременном воздействии может вызвать тяжелые нарушения ассимиляции хвойных пород деревьев и некротические изменения. Из других вредных веществ опасным является сероводород (H<sub>2</sub>S) и органические сульфиды. [5]

Устойчивость насаждений во многом зависит от породного состава. Исследования многих ученых показывают, что в общем лиственные древесные породы в основном устойчивее хвойных пород. Хвойные породы наиболее чувствительны к дымам с преобладанием сернистых соединений.

Значительное влияние оказывает так же возраст насаждений. Подрост и молодняки проявляют более высокую устойчивость к воздействию промышленных выбросов разного химического состава.

Значительным фактором антропогенного происхождения, оказывающим влияние на устойчивость лесных насаждений является рекреационное воздействие.

Рекреация рассматривается как один из антропогенных факторов влияния на растительность, приводящий к ее изменению или сукцессиям. Под влиянием рекреационного воздействия в растительных сообществах идут процессы деградации. Изменению растительного покрова под влиянием рекреации в исследованиях уделяется большое внимание.

Рекреационные нагрузки подразделяются на безопасные, включающие как низкие, так и предельно допустимые нагрузки, опасные, критические и катастрофические [3].

Воздействие рекреационных нагрузок отражается в количественных и качественных изменениях видов растительности и их соотношений. В первую очередь на рекреационные нагрузки реагируют нижние ярусы. Использование леса в рекреационных целях приводит к значительному сокращению почвенного запаса и разрушению семян, препятствует появлению самосева древесных растений и ускоряет его отпад, вызывает их травмирование, снижает обилие и ухудшает состояние подроста. 8

Не меньшее влияние на лесные экосистемы оказывают и биотические факторы. Лесные сообщества страдают от воздействия корневой губки, осеннего опенка, вредителей, например, таких как большой сосновый лубоед.

Корневая губка. К числу наиболее опасных возбудителей грибных болезней для сосновых древостоев относится корневая губка {*Hetero-basidion annosum* (Fr.) Bref., син. *Fomitopsis annosa* Karst.}, вызывающая загнивание корней и, как следствие этого, отмирание заражённых деревьев. Заболевание в настоящее время охватило огромные площади сосновых насаждений, особенно в юго-западной части ареала сосны обыкновенной, и принимает характер затяжных эпифитотий, наносящих значительный ущерб лесному хозяйству.

Практика профилактики борьбы с болезнью и локализации её очагов, оценивается как неудовлетворительная. Существующие руководства по борьбе с корневой губкой (Артюховский, 1999 и др.) включают перечень мероприятий, многие из которых не имеют достаточного научного обоснования (уничтожение пней вырубаемых деревьев в процессе рубок ухода, окапывание куртин поражения с целью их локализации и т. п.) [1]. Болезнь поражает преимущественно лесные культуры, которые к возрасту 15-20 лет не обрели должной устойчивости. Причинами неустойчивости чаще всего были и остаются несоответствие условий местопроизрастания биоэкологическим свойствам культивируемых пород, густая посадка, несвоевременные рубки ухода и другие факторы, могущие стать причиной неразвитости корневых систем у деревьев. Корневая губка является индикатором качества лесовосстановительных работ. Было отмечено, что корневая губка поражает только ослабленные культуры. Степень распада насаждения находится в прямой зависимости от степени его ослабленности, точнее его жизнеспособности.

Степень зараженности сосновых насаждений корневой губкой считается слабой, если ослабленных и усыхающих деревьев не более 10 %; образуются единичные куртины поражения или прогалины диаметром до 5 метров, суммарно составляющие не более 5 % площади выдела. При средней степени зараженности ослабленных и усыхающих деревьев от 11 до 30 %; куртины поражения и прогалины не превышают двойной высоты насаждения, суммарно составляя от 6 до 20 % площади выдела; полнота насаждения в межоконной части – 0,6 и выше. При сильной степени зараженности ослабленные, усыхающие и усохшие деревья составляют более 30 %; куртины поражения и прогалины – более двойной высоты насаждения, их общая площадь – свыше 20 % площади [1].

Таким образом можно сделать следующие выводы. Быстрые темпы роста промышленности, увеличение количества автотранспорта и интенсификация лесного хозяйства привели к снижению устойчивости лесов. Леса ослабляются от неблагоприятных погодных явлений (засух и морозов), грибных болезней, промышленных выбросов и т.д.

Девственные и естественные леса по сравнению с антропогенными лесами обладают значительно большей устойчивостью по отношению ко многим негативным факторам. Девственные леса, которые в настоящее время сохранились лишь на небольших территориях, нуждаются в охране, поскольку обладают ценнейшим генофондом лесов планеты. Одним из условий устойчивости лесов является их целостность. Практика показывает, что чаще всего опекаемое насаждение в первые же годы теряет устойчивость, появляются признаки его распада вследствие многочисленных изменений экологических параметров, которые влечет за собой вырубка леса. Если рассматривать устойчивость лесов в зависимости от породного состава, то наиболее устойчивыми по отношению к большинству негативных факторов являются лиственные породы, а среди них мелколиственные. Хвойные породы и дуб со своими спутниками – ясенем и кленом более ранимы и неустойчивы по отношению к негативным факторам. Обеспечение комплекса мер по охране лесных экосистем от негативных антропогенных и биотических факторов обеспечивают устойчивость лесных экосистем и сохранение благоприятного состояния окружающей среды для будущих поколений.

## Список литературы

1. Артюховский А.К. О роли листового подлеска в устойчивости сосновых насаждений к корневой губке / А.К. Артюховский // Вестн. Центр.-Чернозем. регион. отд. наук о лесе Акад. естеств. наук ВГЛТА. – 2000. - №3. – С. 90-93.
2. ГОСТ 28329-89 Озеленение городов. Термины и определения. – Введ. 1999-01-01 –М.: Изд-во стандартов, 1999 – 22 с.
3. Казанская Н.С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности / Н.С. Казанская // Известия АН СССР, сер. География. – 1972. - № 1. – С.56-59.
4. Риклефс Р., Основы общей экологии / Р. Риклефс. – М.: Издательство "Мир", 1979. – 222 с.
5. Рожков А. А., Козак В. Т. Р63 Устойчивость лесов. — М.: Агропромиздат, 1989. — 239 с..
6. Реуцкая, Вера Владимировна. Трансформация почвенного покрова рекреационных территорий Усманского бора : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.00.16 / Воронеж. гос. лесотехн. акад. - Воронеж, 2004. - 22 с.

### **ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00)**

#### **СЕКЦИЯ №78.**

#### **ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)**

#### **СЕКЦИЯ №79.**

#### **АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02)**

#### **СЕКЦИЯ №80.**

#### **ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)**

#### **СЕКЦИЯ №81.**

#### **КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)**

#### **СЕКЦИЯ №82.**

#### **БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05)**

#### **СЕКЦИЯ №83.**

#### **НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06)**

### **ГЕОГРАФИЯ**

#### **СЕКЦИЯ №84.**

#### **ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23)**

#### **СЕКЦИЯ №85.**

#### **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24)**

## **СЕКЦИЯ №86.**

### **ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25)**

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

## **СЕКЦИЯ №87.**

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ**

#### **ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ РЕКРУТИНГОВЫХ ЗАДАЧ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН**

**Иванов И.В., Жданова С.И.**

ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова,  
г. Белгород

Интерес к проектам, в основе которых лежит принцип блокчейна, огромен. Это связано с основными преимуществами, которые гарантирует использование данной технологии: децентрализованность, анонимность и удобство.

На сегодняшний момент количество стартапов, реализованных на блокчейнах, уже не ограничивается использованием лишь в криптовалютах. Особый интерес представляют системы связывающие цифровую систему с конкретным физическим активом. Разработаны и функционируют торговые системы, программы лицензирования, авторских выплат, хранилищ данных и смарт-контракты, основанные на цифровых токенах.

В конце 2017 года разработчик Openbazaar Крис Пасиас пошатнул криптовалютное сообщество идеей о возрождении цветных токенов в протоколе BitcoinCash. Такая концепция представляла огромный интерес для пользователей еще в начале истории криптовалют, но со временем она потеряла свою актуальность, и вот на заре 2017-го о ней заговорили снова.[1]

Токен – это единица учета «ценности» реального актива. Токенизация представляет собой процесс перевода физических активов в цепочку блокчейна с сохранением его характеристик. По своей сути, данный процесс – это добавление метаданных в скрипт протокола, позволяющих символизировать предмет реального мира. Перенос характеристик физического актива на цифровой токен с сохранением всех характеристик, которыми его наделяет блокчейн система, является весьма привлекательной идеей.

В настоящее время знания – это один из немаловажных активов, доступных многим. Сами по себе знания и умения не являются физическим активом. Официальным подтверждением квалификации являются документы о получении соответствующего образования. Современная концепция e-Learning расширяет маршруты индивидуальной образовательной траектории и приводит к увеличению числа документов, подтверждающих получение знаний.

Уровень и профиль образования выступает как один из важнейших профессиональных критериев подбора человека на должность среди кадровых технологий. При профессиональном отборе под профессионально-квалификационные возможности человека осуществляется поиск наиболее соответствующих ему должностей, идентификация требований к рабочему месту, анализ накопленного профессионального опыта, стаж, способности человека, часто с учетом новых обстоятельств его жизнедеятельности. [2] Построение индивидуального образовательного профиля позволяет сопоставить интересы профессионала и интересы организации.

Совмещение вопросов увеличения количества образовательных документов, защиты их от подделки и перенос в форму цифрового актива, компьютеризации технологий кадрового подбора кандидатов, приводит к идее разработки блокчейн системы, работающей с эксклюзивными блоками данных, формирующими упорядоченный реестр квалификационных компетенций. Использование "окрашенных" транзакций позволяет создать множество, однозначно описывающее профессиональный статус личности.

Множество данных идентификационных характеристик применимо для решение рекрутинговых задач по поиску и отбору персонала для организации любого профиля.

Для исследования организации и взаимосвязи элементов системы прибегнем к ее теоретико-множественному описанию.

Отбор персонала, как кадровая технология, - это идентификация, сопоставление, соотнесение наиболее общих требований, присущих или выдвигаемых организацией, сферой деятельности с характеристиками персонала, конкретного человека[2].

Таким образом перед системой поиска кандидатов ставиться две задачи:

- 1) необходимость отсеять сотрудников, заведомо неподходящих для конкретной должности;
- 2) выбор наиболее подходящего кандидата, возможно даже не имеющего полного соответствия по всем запрашиваемым критериям.

Для сопоставления профессионального профиля кандидата с требуемым набором квалификационных требований введем множество  $C = \{c_1, c_2 \dots c_n\}$ , представляющее собой качественное описание профессиональных критериев.

Множество  $C$  – набор "цветных" активов или токены соответствующей записи в блоке. Данный набор фиксирован и включает в себя такие характеристики как: возраст, общий стаж работы, уровень и профиль образования, этапы профессионального роста, включающие в себя документально подтвержденные знания.

Сформируем еще два множества. Множество  $P = \{p_1, p_2 \dots p_m\}$  представляет собой перечень всех вакантных должностей организации. Множество  $G = \{g_1, g_2 \dots g_b\}$  - представляет собой потенциальных кандидатов на вакантные рабочие места.

Элементы множества  $P$  не хранятся в записях блокчейн системы. Оно формируется непосредственно для решения конкретных задач отбора. Как только поставленные перед системой задачи будут решены, сведения будут удалены.

Элементы множества  $G$  представляют собой конкретных пользователей информационной системы. Каждый элемент данного множества обладает упорядоченным набором атрибутов

$$g_k \Leftrightarrow \{\eta_{1k}, \eta_{2k} \dots \eta_{nk}\}$$

Именно данный набор атрибутов формирует профессионально -квалификационный профиль пользователя. Информация о количественном значении атрибута представляет собой соответствующую запись в блоке.

В случае отсутствия количественного значения конкретного атрибута  $\eta_{ij}$ , он принимается равным нулевому значению . В валидной транзакции каждому количественному значению вектора  $\vec{N}_k = \{\eta_{1k}, \eta_{2k} \dots \eta_{nk}\}$  присваивается соответствующая идентификационная метка.

$g_k$	$c_1$	$c_2$	...	$c_n$
	$\eta_{1k}$	$\eta_{2k}$		$\eta_{nk}$

Расшифровка значения и однозначная связь "кортеж-кандидат" достигается знанием открытого ключа пользователя.

Для осуществления отбора необходимо сформулировать профессиограмму должности, то есть набор соответствующих профессионально-квалификационных компетенций. В теоретико-множественном описании это означает, что каждой вакантной должности ставиться в соответствие кортеж требований:

$$p_i \Leftrightarrow \{\mu_{1i}, \mu_{2i} \dots \mu_{ni}\}$$

Параметр  $\mu_{ij}$  представляет собой количественную характеристику соответствующего критерия. Этот параметр является внешним для системы и определяется индивидуально для каждой должности.

$p_i$	$c_1$	$c_2$	...	$c_n$
	$\mu_{1i}$	$\mu_{2i}$		$\mu_{ni}$

Запись и хранение вектора  $\vec{M}_i = \{\mu_{1i}, \mu_{2i} \dots \mu_{ni}\}$  в систему не предусматривается.

Решением задачи отсеивания заведомо неподходящих кандидатов является получение множества  $V$ . Данное множество представляет собой декартово произведение множеств вакансий и потенциальных кандидатов на данную должность:

$$V = P \times G = \{(p_i, g_k)\}$$

Для получения множества  $V$  зададим целевую функцию  $\bar{f}$ , вычисляющую абсолютное отклонение между профессиограммой должности и набором атрибутов кандидатов:

$$\overline{f(p_i, g_k)} = |\mu_{ji} - \eta_{jk}|$$

Неподходящими кандидатами будут те, у которых вектор  $\bar{f}$  имеет более двух нулевых компоненты.

Нахождение наилучшего кандидата сводится к поиску претендента, имеющего минимальные отклонения по большинству требований.

На сформированном множестве  $V$  найдем элемент  $V^*$ , наилучшим образом удовлетворяющего всем показателям.

$$V^* \subset V, V^* = (p_i^*, g_k^*) = \min_i \min_k |\mu_{ji} - \eta_{jk}|$$

Представленное теоретико-множественное описание является формальным описанием разрабатываемой системы.

### Список литературы

1. Власов Д. «Цветные токены»: что это и как работает? : [Электронный ресурс] // Russian Bitcoin Community. М., 2017-2018. URL: <https://probtc.info/materialy/34304/>. (Дата обращения: 16.04.2018).
2. Отбор персонала [Электронный ресурс] // Центр управления финансами. М., 2009-2018. URL: <https://probtc.info/materialy/34304/>. (Дата обращения: 16.04.2018).

## ГЕОЛОГИЯ

### СЕКЦИЯ №88.

### РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

# ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДОВ В РАЙОНЕ ОЗЕРА ТАНГАНЬИКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АФРИКЕ

Сендегея Марсиен , Вильданова Н.Г.

Уфимский государственный нефтяной технический университет  
г. Уфа, Российская Федерация

## GEOHERMAL SPRINGS FOR HYDROCARBON EXPLORATION IN THE REGION OF LAKE TANGANYIKA IN CENTRAL AFRICA

Sendegeya Marcien and Wildanova Nabirja

Ufa state petroleum technological university  
Ufa, Russian Federation

**Аннотация.** Разведка углеводородов – сложный процесс, который требует точных знаний и внимания при интерпретации явлений и данных разведки.

В этой работе мы не несем ответственности за подтверждение или отрицание наличия экономически эксплуатируемого месторождения углеводородов в районе озера Танганьика, потому что мы использовали данные, представленные в отчетах других авторов.

Однако некоторые авторы упоминали в своих отчетах о вероятном присутствии углеводородов в озере Танганьика, но не представили сведений об их местоположении.

**Ключевые слова:** Озеро Танганьика, термальные источники, углеводород, просачивание углеводородов.

**Abstract.** The study of hydrocarbons is a complex process and requires precise knowledge and attention in the interpretation of phenomena and data of exploration.

In this work, we are not responsible for confirming or denying the presence of an economically exploitable hydrocarbon deposit in the region of Lake Tanganyika, as we have used data presented in other authors' reports.

However, some authors mentioned in their reports a probable presence of hydrocarbons in Lake Tanganyika, but did not provide information on the location of these hydrocarbons.

**Keywords:** Lake Tanganyika, thermal springs, hydrocarbon, oil seepages.

### **Местонахождение**

Озеро Танганьика находится в тектоно-геологическом контексте, который привлекает к участию нефтедобывающие страны. Это часть Западно-Африканской зоны рифтовой системы Восточной Африки. Озеро Танганьика находится на высоте 773 м и является самым длинным и большим озером с протяженностью до 650 км Восточно-Африканской рифтовой системы. Ее максимальная глубина равна 1470 м и, следовательно, второе по глубине озеро в мире после озера Байкал в России.

Органические вещества, осадочные отложения и их толщина, тектоника и система разломов, термальные источники, температура воды в озере и геологический контекст являются элементами, которые позволяют нам искать там углеводороды.

Надежда найти месторождения углеводородов подтверждена с тех пор, как уже были сделаны открытия в озере Альберта, которое связано с озером Танганьика.

### **Потенциальная нефтематеринская порода**

Потенциальной нефтематеринской породой является осадочная порода, способная в определённых геологических условиях выделять свободные углеводородные флюиды, образованные в процессе диа- и катагенетических преобразований заключённого в них рассеянного органического вещества.

В озере Танганьика некоторые геологические параметры указывают на наличие углеводородов:

1) озеро Танганьика находится в рифтовом залпе, как и северные озёра (Альберт и Киву), где присутствие углеводородов уже подтверждено;

2) наличие осадков толщиной 4000 – 5000 м.;

3) оседание в самых глубоких районах озера вдоль основных активных пограничных разломов позволяет накапливать толстые переменные дистальных турбидитов и пелагических, богатых органическими растворами;

4) озеро Танганьика находится в кайнозойских формациях, равно как и озёра Альберта и Киву;  
5) разломы в озере Танганьика могут быть ловушками для накопления нефти. Здесь необходимо изучить их пространственное положение (3D) ;

6) разрушение органического вещества (животного, растительного, зоопланктона и фитопланктона), содержащегося в озере Танганьика, может привести к образованию углеводородов;

Смешивание глубокой воды показывает продуктивность фитопланктона и, следовательно, автохтонной органической седиментации благодаря значительному увеличению доступности питательных веществ, особенно на юге озера (Hecky and Kling, 1981) [2].

Сохранение в аксиально-глубоких бассейнах таких осажённых органических веществ в виде, как правило, богатых диатомами, гомогенными или слоистыми органическими илами, является результатом постоянной стратификации озера, несмотря на сезонное смешивание воды до глубины 300-400 м (Coulter, 1991) [3].

Таким образом, аутохтонное озёрное органическое вещество может накапливаться в глубоководных бассейнах озера, образуя нефтеносные отложения.

Органическое богатство недавних осадков озера Танганьика (до 12% всего органического углерода) благоприятствует меромиктическому режиму озера и аноксическим условиям, которые преобладают во всем бассейне ниже глубины воды 100-200 м;

7) наличие керогена: при наступлении седиментации на глубину около 1000 метров ниже морского дна органическое вещество, содержащееся в осадке, подвергается трансформации под действием анаэробных бактерий, которые экстрагируют кислород и азот, что приводит к образованию керогена. Учитывая его присутствие в озере Танганьика, необходимо изучить степень его созревания;

8) наличие нефтяных просачиваний вблизи Убвари также является важным фактором наличия углеводородов в этом озере. Поэтому необходимо глубоко изучить их происхождение, глубину, исходные породы, температуру, ловушки, численность, состав и т. д.;

9) зрелые исходные породы могут существовать внутри осадочного столба и могут быть ответственны за происхождение углеводородов, о чем свидетельствует появление углеводородов в мысе Каламба.

#### **Зрелость органического вещества**

Исследование осадков озера Танганьика с использованием образцов, взятых в населенных пунктах Банза, Бемба, Магара, Ньянза-Лак и Русизи [1], к северу от озера Танганьика, показало присутствие керогена и битума в отложениях. Tissot и Welte (1978) [4] продемонстрировали, что эволюция керогена в подземном осадочном бассейне способствует образованию углеводородов.

#### **Нефтегазенасыщенность**

Подводные разведки, ограниченные в районе Банза 1000 м<sup>2</sup> и глубиной 10 м, показали несколько десятков источников, характеризующихся искусственными дымоходами различных размеров и морфологий, выполненными из арагонита и построенными между блоками небольшого горного веера, расположенного над подвалом. Жидкости выбрасываются через эти дымовые трещины при температурах 70-80°C и при расчете расхода от 1 до 3 л / с. Гидротермальные жидкости из Пембы и Банзы были проанализированы с помощью газовой хроматографии в лаборатории геохимика Ifremer (аналитик J.L. Charlou, Vaslet 1987, Tiercelin et al., 1989).

Водопоглощающие воды озера Танганьика являются богатыми H<sub>2</sub>S и CH<sub>4</sub> (Rudd 1980, Tietze et al., 1980; Coulter and Spigel, 1991). Метан и более тяжелые углеводородные газы также присутствуют в геотермальных жидкостях. Самые высокие значения наблюдались на мысе Банза: 842 мкл/л CH<sub>4</sub> в геотермальной жидкости, по сравнению с 8,14 мкл / л CH<sub>4</sub> в озерной воде.

#### **Просачивание углеводородов**

Вытеснения асфальта, связанные с пароструйками в открытой воде озера Танганьика, давно известны (Николаас 1898). Разведки отметили появление большого количества просачиваний вдоль восточной береговой линии полуострова Убвари и дальше на север вдоль береговой линии дельты реки Русизи.

Ниже приведено расположение перечисленных областей и перечисленных пунктов (горячие источники, места просачивания), чтобы понять взаимосвязь между горячими источниками и углеводородами.



Рисунок – Распределение просачиваний углеводородов в озере Танганьика [6], [7] и [8]

Начиная с нефтяных просачиваний, битумов, керогенов и сульфидов, можно предусмотреть тактические исследования, чтобы обнаружить отложения.

#### **Выводы**

Район озера Танганьика имеет много признаков (отложения, разломы, термальные источники, битум, керогены, органические угли и т. д.), которые могут помочь в разведке углеводородов на озере Танганьика. Это, в частности, присутствие просачивания нефти на полуострове Убвари. Эта область со многими недостатками, расположенная недалеко от геотермальных источников, о которых мы упоминали в нашей работе. Область может служить эталоном для исследования углеводородов в озере Танганьика и во всем регионе вокруг озера. Мы рекомендуем, чтобы объективная разведка углеводородов в озере Танганьика руководствовалась показателями, уже идентифицированным и подтвержденными в Убвари.

#### **Список литературы**

1. Soreghan, Michael James (1994) – Controls on facies distributions within rift-lakes: Examples from the modern (Lake Tanganyika, Africa) and the ancient (Bisbee Basin, Arizona)
2. Heskya R.E. and Kling H.J. (1981) – The phytoplankton and protozooplankton of the euphotic zone of the Lake Tanganyika: Species composition, biomass, chlorophyll content and spatio-temporal distribution – Limnol. Oceanogr.;
3. Coulter G.W. (1991) – Lake Tanganyika and its life. Oxford University Press, London;
4. Tissot B. P. and Welte D. H. (1984) – Petroleum Formation and Occurrence – Second and Enlarged Edition;
5. Hutchinson G.E. (1957) – A Treatise of Limnology – New York
6. Jean-Jacques Tiercelin, Catherine Thouin, Tchibangu Kalala and André Mondeguer (1989) – Discovery of sublacustrine hydrothermal activity and associated massive sulfides and hydrocarbons in the north Tanganyika trough, East African Rift
7. Davide Oppo & Andrew Hurst (2018) – Seepage rate of hydrothermally generated petroleum in East African Rift lakes: an example from Lake Tanganyika

## ПОКАЗАТЕЛИ НЕФТЕГАЗОНОСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОСТОЧНО-АФРИКАНСКОГО РИФТА

**Шурверымана Клаудин, Атсе Яо Доминик Бернабэ**

Уфимский государственный нефтяной технический университет

**Аннотация.** В статье сделан обзор существующих и опубликованных данных о нефтегазоносном потенциале регионов Восточно-Африканского рифта. На основании полученных результатов было показано, что регион Восточно-Африканского рифта является потенциальной нефтегазоносной провинцией.

**Ключевые слова:** Восточно-Африканский рифт, нефтегазовый потенциал, африканская нефтяная провинция, материнские породы, водородный индекс (HI), породы флюидоупоры (покрышки), общие органические углеводороды (Сорг), ловушка.

## INDICATORS OF OIL AND GAS POTENTIAL OF EASTERN AFRICAN RIFT

**Shurweryimana Claudine, Atse Yao Dominique Bernabe**

Ufa state petroleum technological university

**Abstract.** The article reviews the existing and published data for oil and gas in East African rift regions. Based on the results, it was shown that the region is a potential oil and gas province.

**Keywords:** East African rift, oil and gas potential, African oil province, source rocks, hydrogen index (HI), fluid rocks, common organic carbons (TOC), trap.

Восточно-Африканский разлом является одной из крупнейших и наиболее значительных рифтовых систем на Земле. Этот рифт пересекает высокогорье Эфиопии и плато Центральной Африки [18].

Восточно-Африканский разлом сформировался 20-25 миллионов лет назад под влиянием мантийной активности, вызвавший тектонический коллапс частей Конго, Бурунди, Танзании, Уганды, Кении и Эфиопии.

Благодаря этим тектоническим разрушениям сформировались на западной ветви рифта Альбертин следующие озера: Альберт, Эдуард, Киву, Танганьика и Малави. А на восточной ветке рифта Грегори этого разлома сформировались озера Туркана, Лоджипи, Баринго, Богория, Накуру, Элементарта, Наиваша, Магади, Натрона, Маньяры, Эйяси и Макади [11,15]. (Рисунки 1 и 2)

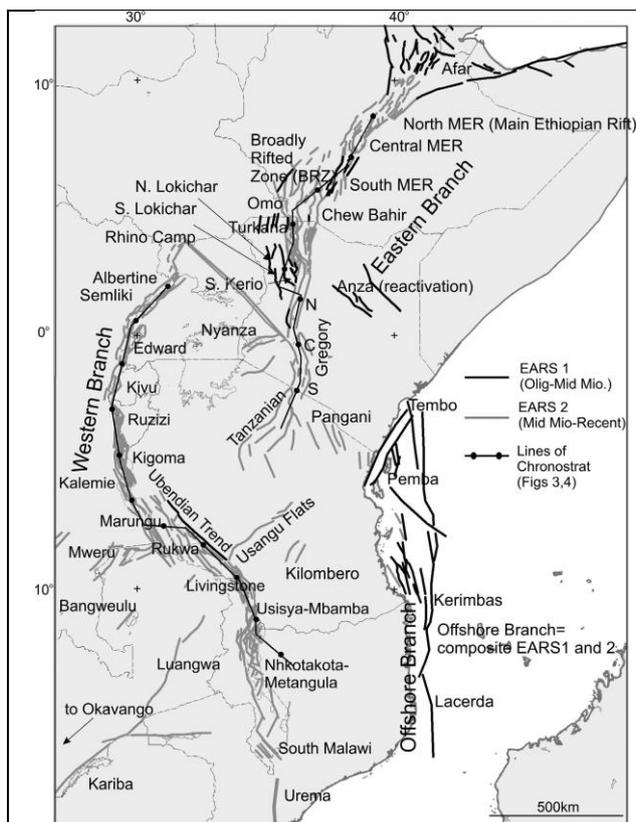


Рис.1: Основные бассейны и озера

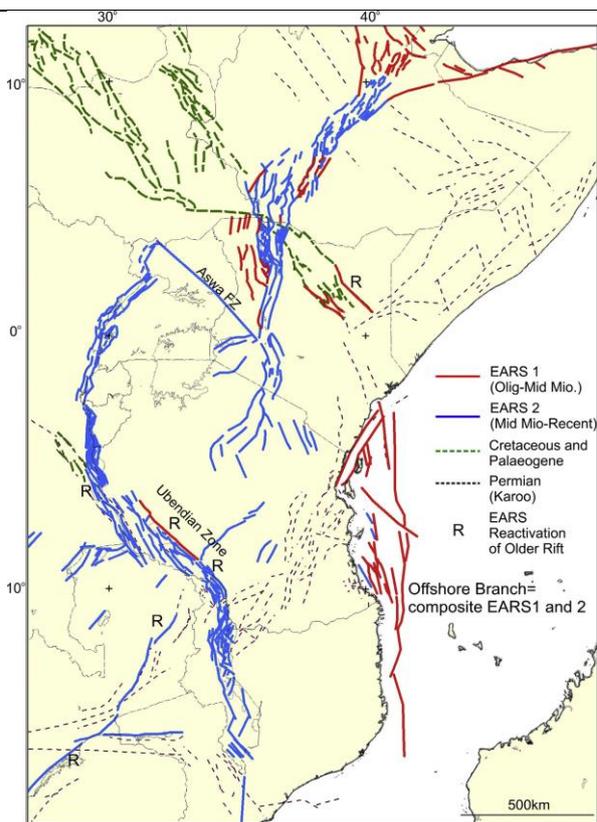


Рис.2: Хроностратиграфические линии

Расположение хроностратиграфических линий с последующим объяснением трещин, затрагивающих Восточно-Африканский регион. Восточно-Африканский разлом на пермо-триасовом («Каро»), мезопалеогеновм, среднемиоценовом эоцилоцене (EARS 1) и фазах позднего миоцена до позднего (EARS 2). Основа классификации обусловлена последней рифтовой фазой. Активные разломы в EARS 1 и EARS 2 расположены на шельфе в северной части Кении / на юге Эфиопии и в бассейне реки Руква в Танзании и представлены здесь в EARS 1. R = Неогенная реактивация пред-EARS, мелового / палеогенового рифта в случае анза-рифта, Кару в трещинах вдоль удбендовского тренда Танганьики в Малави [9].

В Восточно-Африканском рифте существуют глубокие бассейны (озеро Танганьика, озеро Альберт, озеро Малави, озеро Руква, озеро Туркана), где толщина осадка достигает более 3000 м. Осадки преимущественно не имеют морского происхождения. Однако существует большая вероятность, что морские течения могли бы повлиять на образование осадков в меле. По результатам исследований некоторых обломочных пород было установлено, что они образовались в процессе морской регрессии [16]. Также отмечено, что геотермические градиенты бассейнов мелового и третичного периода различны и уставлены с некой гравитационной аномалией. Структурные профили позволили обнаружить нефтегазоносные отложения в процессе изучения осадочных секвенций. Эти отложения расположились над докембрийскими породами, имеющими горсто-грабенообразные структуры. Так же стоит отметить, что на дне водоемов образовались и сохранились богатые глинистые сланцы в аноксических условиях [15].

Исследования нефтегазоносного потенциала Восточно-Африканского рифта некоторыми учеными дали возможность идентифицировать более подробно потенциал данного региона. Вслед за ними будут затронуты характеристики материнских и коллекторских пород, флюидоупоров, генерация и миграция флюидов, типы ловушек и перспективы их освоения.

**Характеристика материнских пород** - слои формации Кароо пермской системы содержат хорошие материнские породы толщиной 4-5 км. Тоарские породы в их очередь содержат в себе также хорошие материнские породы с общими содержанием углерода в пределах от 10 до 23%.

Материнские породы идентифицированы в нижнем мелу (апт.) и состоят в основном из сланца с концентрацией органического вещества 9%, тогда как у альпийских и туронских пород содержание органического углерода от 0,8% до 3,4 %, с максимальным водородным индексом 240. Эти материнские

породы идентифицированы как достигшие очаги генерации газообразных и жидких углеводородов. Некоторые материнские породы Берриаского-Альбского ярусов имеют высокие показатели органического углерода до 26%, в среднем данная вычислена, составляет 3,4%. Водородный индекс этих пород достигает максимума 167 согласно Хиггинсу и Софиду [6].

Предрифтовый свит Кароо состоит в основном из отложений верхней каменноугольной и Пермской системы. Пострифтовые осадки состоят в основном из песчаников, но на их основаниях залегают глинистые сланцы, известные как формации Мажи-Я-Чумви. Эти породы интерпретируются как потенциальные материнские породы.

Отложения нижней Юры на побережье Мадагаскара и Танзании состоят преимущественно из песчаников, глинистых сланцев, признанных как материнские породы, обладающие большим потенциалом. В этих отложениях, соляные пласты являются надежными флюидоупорами.

В верхних меловых отложениях и эоцене были также обнаружены хорошие материнские породы в бассейне Ламу. Потенциальные коллекторские породы состоят преимущественно из турбидитных горных пород верхнего мелового возраста [14].

Пород, содержащие запасы газа, обладают хорошим потенциалом. Это было обнаружено, как было пробурена скважина Mnazi-Bay-1. Эта скважина вскрыла песчаники миоценового и нижнего мелового возраста. В районе Сонго-Сонго материнские породы средней юры идентифицированы как достигшие очаги генерации жидких углеводородов и имеющие морское происхождение. Материнские породы пермского и каменноугольного периода преимущественно являются газоносными породами [13].

Глубоководные материнские породы континентального происхождения откладывались, когда произошло неполное развитие рифта. Этот факт был подтвержден на основании изучения секвенции неогеновых и палеогеновых формаций.

Степень зрелости этих пород была влиявлена из-за утечки углеводородов на поверхности в аналогичных бассейнах таких как Рейн Грабен [8,9].

Глинистые сланцы бассейна Локишар богаты органическими веществами. Содержания углеводорода достигает до 17% в эоценовых и олигоценых отложениях. Эти отложения имеют, континентальны происхождения. В бассейне Богория, накопилось огромное количество органических веществ в фазе высокого режима осадконакопления в плейстоцене.

Органические вещества накапливались, и затем сохранились в условиях аноксии. Содержание органического углерода варьирует от 1 до 12%. Похожие материнские породы (аргиллиты) миоценового и плиоценового возраста были идентифицированы на Севере озера Танганьика [7].

Содержание органического углерода в материнских породах озера Алберта достигает 24% и преимущественно относится к первому типу. Кроме материнских пород с керогеном первого типа были обнаружены другие материнские породы с керогеном третьего типа, которые способны генерировать газообразный углеводород [4].

Открытия в осадочном бассейне Мафия (Танзания) позволили обнаружить потенциальные каналы и конусы выноса из песчаников Кайнозойской эратемы. Аналогичным способом и на основании закономерностей распределения залежей было открыто месторождение Мнази-Баэ в 1980.

Материнские породы были изучены на основе керновых данных месторождения Сонго-сонго. Они были характеризованы как материнские породы, способные генерировать газообразные углеводороды. Кроме юрских, пермских, каменноугольных материнских пород были также идентифицированы материнские породы неокомских-сеноманских ярус.

Последние образовались в режиме морской трансгрессии. Эта трансгрессия позволила образоваться не только материнским породам, но и региональным покровкам. Породы-коллекторы в свою очередь образовались в регрессивном режиме [3].

Нефтяная зона распространяется на западной границе глубоководного бассейна Мафия и находится между континентальном плато Танзания и разломом Дави. Общая толщина осадочного чехла составляет 11 км. Этот бассейн образовался за счет распада Гондвана во время Юрского периода. Перспективные материнские породы верхней юры и нижнего мела являются основными объектами изучения [5].

Общее содержание органического углерода глинистых сланцев (Кипини) Кайнозойской эратемы составляет 2%. Эти глинистые сланцы и известняки (Пате) являются потенциальными материнскими горизонтами.

Дополнительные горизонты материнских пород могут быть обнаружены в верхних меловых, нижних и средних юрских горизонтах. Потенциальные коллекторские породы идентифицированы в

верхних меловых и сенонских горизонтах. Они преимущественно состоят из турбидитов юрской, меловой системы (Еваса) и Палеогенового отдела [2].

В бассейне Пемба, материнские породы юрской системы имеют морское происхождение и признаны как породы, способные генерировать жидкие углеводороды. Незрелые материнские породы миоценового отдела были вскрыты скважиной Пемба-1 и были интерпретированы как породы, обладающие хорошими фильтрационными свойствами.

Обнаружение следов нефти в районе Тундаиа позволили установить существование нефтегазонасной системы юрского возраста на окраине Пемба [12].

**Генерация и миграция флюидов** - глинистые сланцы верхней перми идентифицированы как достигшие очаги генерации газообразных углеводородов. Материнские породы Юрской системы отнесены в число высококачественных материнских пород с содержанием органического углерода в пределах от 10 до 23%. Они характеризованы как материнские породы, достигшие очаги генерации жидких углеводородов [6].

Материнские породы меловой системы в свою очередь достигли очаги генерации жидких углеводородов и имеют континентальное происхождение. Но, не смотря на то, что в бассейнах существуют материнские породы, способные генерировать жидкие флюиды, крупные открытия относятся к газовым месторождениям [13].

**Породы-коллекторы** - песчаники Кайнозойской эры формаций Панде и Темане (Мозамбик) уже показали свой потенциал в связи с тем, что в их горизонтах было уже открыто много залежей. Меловые формации в свою очередь состоят из карбонатных и терригенных пород турбидитного типа [6]. Глинистые сланцы бассейнов Богория, Локишар и Туркана интерпретированы как имеющие континентальное происхождение [7]. Связь между миграцией способностью и генерирующие разлом были установлены традиционным способом в процессе изучения секвенции Палеогеной системы, а нетрадиционным в секвенции Верхнего Неогена [8,9]. В неглубоководном бассейне Республики Кения установлены существования коллекторских пород, образовавшихся в подводных каналах и в конусах выноса [10].

Четыре крупные секвенции были установлены между формациями Кароо и кайнозойскими отложениями. Эти секвенции были установлены в континентальных окраинах бассейнов в Республике Танзания и Мозамбик. Благодаря трансформным разломам в этих зонах образуются множество антиклинальных и разломных блоковых структур в глубоководных бассейнах. Неглубоководные каналы и турбидитные формации преобладают в окраинных зонах. Открытия, сделанные в неглубоких каналах Олигоценного и Палеоценового возраста, могут быть использованы по аналогии для идентификаций перспективных объектов в Кении [2].

**Благоприятные геологические структуры** - особенностью песчаных резервуаров Кайнозойского возраста является то, что залежь особого стратиграфического типа [6]. В окраинах континентальных бассейнов Танзании и Кении ловушки особого стратиграфического и структурного типа [1]. Нижние меловые объекты состоят из множественных разломных блоков [14]. В осадочном бассейне Ламу было идентифицировано множество потенциальных структур. Они образовались в процессе тектонических движений и в трансгрессивном режиме бассейна. Северная часть бассейна Ламу является пассивной континентальной окраиной со складчатыми толщами. В этих регионах преобладают ловушки структурного типа (антиклиналь), стратиграфического, тектонического типа с блоковыми разломами. В горстах образовались множественных антиклинальных структур [2].

**Возможности проведения поискового разведочных работ и оценка полученных донных** - результаты поисково-разведочных работ и открытия месторождений на континентальной окраине Восточной Африки показали, что перспективными экономическими потенциалами являются газовые месторождения. Однако открытия компании TULLOW и Heritage в 2001 году и 2011 году позволили установить существование крупного нефтеносного потенциала в данном регионе. Существование этого нефтеносного потенциала было установлено после бурения скважин Turako -1, 2 и 3, Mputa-1, Ngege-1, Kasamene-1, Kigogole-1, Nsoga-1, Wahrindi-1, Ngara-1, Mpyo-1, Jobi-East-1 и Gunya-1. Это позволило также понять нефтяной потенциал Грабена Албертина в районе Уганда. Данные исследования могут быть использованы по аналогии в Кении и в Эфиопии [13].

Несмотря на что, уже давно было установлено существование нефтегазонасного потенциала в глубоководных горизонтах восточно-Африканского рифта, первые открытия были сделаны компании Ophir в 2010-2011 году после бурения скважин Pweza- 1, Chewa-1 и Chaza -1 / ST1. В Танзании эти скважины вскрыли богатые песчаники кайнозойской Эратемы и Меловой системы в глубоководных горизонтах. По

сейсмическим профилям эти горизонты распространяются до Мозамбика, где они выклиниваются в восточной части лицензионной участке Pande [5].

Эти последние годы, отмечаем увеличение поисково-разведочных работ в Танзании и в Мозамбике. В ходе этих работ открыли месторождения Varquentine, Windjammer и Jodari-1. В бассейне Ламу соответственно в 1978 и 2007 годах были пробурены скважин Simba-1 и Pomboo-1.

Скважина Simba-1 была пробурена в антиклинальной структуре и она вскрыла 90 метровых турбидитных и карбонатных отложений кайнозойской эратемы. В этой скважине после испытания были получены выброски газов.

Скважина Pomboo-1 вскрыла глубоководные качественные турбидитные отложения и песчаники меловой системы с толщиной 200 метров [2].

### Заключение

Благоприятные условия, сопровождающие образование и скопление углеводородов в Восточном Африканском рифте, сформировались из-за тектонической, стратиграфической и геологической истории образования Восточно-Африканского бассейна.

Результат поисково-разведочных работ позволили открыть газовое месторождение в бассейне Киву и нефтяные месторождения в бассейнах Алберт, Туркана и т.д.

Благодаря этим открытиям, мы можем относить регионы Восточной Африки к провинциям, содержащий высокий нефтегазовый потенциал. С помощью дополнительных исследований мы уверены, что потенциал этого региона может превышать всех ожидания.

### Список литературы

1. Anne McAfee, Transverse Troughs and a Transform Margin: Controls on sandstone Deposition and Reservoir Development in the Kenyan and Tanzanian Coastal Basins, Core Laboratories UK, 2012.
2. Borsato R., M.Warner, S.Wells, D.Pratt & F.Njuguna: Deep Water Exploration and Prospectivity, East Africa: Petroleum Province of the 21<sup>st</sup> Century, 2012.
3. Danforth A., Granath, J.W., Gross, J.S., Horn B.W., McDonough, K.-J., Sterne, E.J., 2012, Deepwater Fans Across a Transform Margin, Offshore East Africa, A Developing Province, GeoExpro, September 2012, pp. 75–78.
4. Davis H., Lee, N, Donoghue E., Besly B., 2012: An Integrated Approach to Understanding the Geology of the Albertine Graben, Abstracts Volume, Geological Society conference, East Africa: Petroleum Province of the 21<sup>st</sup> Century, p. 48.
5. Higgins R. I., Oldham A., Hood M., Exploration of the East Pande Block, Southern Tanzania, Abstracts Volume, Geological Society conference, East Africa: Petroleum Province of the 21<sup>st</sup> Century, Ophir Energy, 2012.
6. Ian Davison & Matthew Taylor, GEO International Ltd., 38-42 Upper Park Road, Camberley, Surrey GU15 2EF, UK: Geological History and Hydrocarbon Potential of the East African Continental Margin, East Africa: Petroleum Province of the 21<sup>st</sup> Century, 2012.
7. Jean-Jacques Tiercelin (Université Rennes): Hydrocarbon-Rich Rift Basins: Oil Potential Versus Climatic and Tectonic Plate Patterns – Examples from the East African Rift System, in East Africa: Petroleum Province of the 21<sup>st</sup> Century, 2012.
8. Macgregor D. (Surestream Petroleum) : The Progressive Development of the East African Rift System and its Effects on Petroleum Systems, 2012.
9. Macgregor D.: History of the development of the East African Rift System: A series of interpreted maps through time \_ Journal of African Earth Sciences 101 (2015) 232–25.
10. Matt Grove (Apache): Deep-Water Reservoir Characterization for Exploration of Kenya Block L8, East Africa: Petroleum Province of the 21<sup>st</sup> Century, 2012.
11. Michael Hall; Diggins, J. and Astrium A. (2011): The East African Rift System: A View from Space (Geo-Information Services).
12. Parsons, W., Mccarthy, A., Nilsen, T., 2012. The Coastal Exploration of the Lower Lamu Basin and Pemba Trough from short and long 2D marine seismic and potential fields data, Abstracts Volume, Geological Society conference, East Africa: Petroleum Province of the 21<sup>st</sup> Century, p. 105,.
13. Pereira-Rego M. C.(Aminex):Exploration Success Along the East African Margin: With All the Evidence for Oil Generation, Why Has Only Gas Been Found? , 2012.

14. Pete Jeans (Premier Oil): The Southern Lamu Basin, Offshore Kenya: Evolution; Structure, and Possible Plays , 2012.
15. Rop, B. K. (2012): Hydrocarbon Potential of Northwest Kenya Rift Basins: A Synopsis of Evidence and Issues. LAP LAMBERT Academic Publishing, Germany, 157 p.
16. Rop, B. K. (2013): Petroleum potential of the Chalbi basin, NW Kenya: Journal of the Geological Society of India, Volume 81, pp. 405-414.
17. Rop, B. K. and Patwardhan A. M. (2013): Hydrocarbon of Source Rocks Evaluation Study of Lokichar Basin, Northwestern Kenya: Journal of the Geological Society of India, Volume 81, pp. 575-580.
18. Uwe RING, The East African Rift System, Department of Geological Sciences, Stockholm University, SE-106 91 Stockholm, Sweden; uwe.ring@geo.su.se in Austrian Journal of Earth Sciences Volume 107/1, Vienna, 2014.

## ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2018 ГОД

### Январь 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы естественных и математических наук в современных условиях развития страны**», г. Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2018г.

### Февраль 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом**», г. Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2018г.

### Март 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы современных математических и естественных наук**», г. Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2018г.

### Апрель 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Актуальные проблемы и достижения в естественных и математических науках**», г. Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2018г.

### Май 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы и перспективы развития математических и естественных наук**», г. Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2018г.

### Июнь 2018г.

V Международная научно-практическая конференция «**Современные проблемы математических и естественных наук в мире**», г. Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2018г.

### **Июль 2018г.**

V Международная научно-практическая конференция **«О вопросах и проблемах современных математических и естественных наук»**, г. Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2018г.

### **Август 2018г.**

V Международная научно-практическая конференция **«Информационные технологии естественных и математических наук»**, г. Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2018г.

### **Сентябрь 2018г.**

V Международная научно-практическая конференция **«Естественные и математические науки в современном мире»**, г. Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2018г.

### **Октябрь 2018г.**

V Международная научно-практическая конференция **«Основные проблемы естественных и математических наук»**, г. Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2018г.

### **Ноябрь 2018г.**

V Международная научно-практическая конференция **«Естественные и математические науки: вопросы и тенденции развития»**, г. Красноярск

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2018г.

### **Декабрь 2018г.**

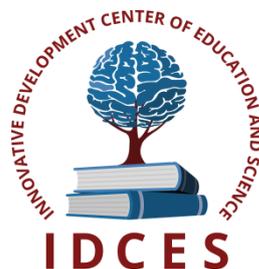
V Международная научно-практическая конференция **«Перспективы развития современных математических и естественных наук»**, г. Воронеж

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2019г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки [www.izron.ru](http://www.izron.ru) (раздел «Естественные и математические науки»).

**ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE**



**Актуальные вопросы и перспективы развития  
математических и естественных наук**

**Выпуск V**

**Сборник научных трудов по итогам  
международной научно-практической конференции  
(11 мая 2018 г.)**

**г. Омск**

**2018 г.**

Печатается в авторской редакции  
Компьютерная верстка авторская

Издатель Инновационный центр развития образования и науки (ИЦРОН),  
603086, г. Нижний Новгород, ул. Мурашкинская, д. 7.

Подписано в печать 10.05.2018.  
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 4,7.  
Тираж 250 экз. Заказ № 057.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»  
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.