

18+



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. Х.И. ИБРАГИМОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
KH. IBRAGIMOV COMPLEX INSTITUTE OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES (CI RAS)

**Вестник КНИИ РАН.
Серия «Естественные и технические науки»**

ВЕСТНИК КНИИ РАН

•2022• № 3 (11) •

№ 3 (11) 2022

Научный журнал

**ВЕСТНИК КНИИ РАН. СЕРИЯ
«ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»**

Scientific journal

**BULLETIN CI RAS. SERIES
«NATURALAND TECHNICAL SCIENCES»**

УДК 05
ББК 95
В 387

**Вестник КНИИ РАН. Серия
«Естественные и технические науки»**

Учредители журнала:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Комплексный научно-исследовательский институт им. Х. И. Ибрагимова РАН

Издается с 2020 года

Периодичность: 4 раза в год

Founders of the magazine:

Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences

Published since 2020

Frequency: 4 times in year

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации

Эл № ФС77-83326 от 19.05.2022 года

Журнал включен в РИНЦ

Адрес редакции/издателя: 364051,

ул. Вахи Алиева (Старопромысловское шоссе) д. 21 а), г. Грозный

<http://kniiranvestnik.ru/?i=1>

e-mail: vestnik_kniiran@mail.ru

Главный редактор

Батаев Д.К.-С., доктор технических наук, профессор, директор Комплексного научно-исследовательского института им Х. И. Ибрагимова РАН.

Заместители главного редактора

Осмаев А.Д., доктор исторических наук, доцент, зам. директора Комплексного научно-исследовательского института им Х. И. Ибрагимова РАН.

Ибрагимов Канта Х., доктор экономических наук, профессор, зам. директора Комплексного научно-исследовательского института им Х. И. Ибрагимова РАН.

Ответственный секретарь

Ганиева М.М., младший научный сотрудник Комплексного научно-исследовательского института им Х. И. Ибрагимова РАН.

Редакционная коллегия

Автаева Т.А., кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела биологических исследований Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН.

Батукаев А.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией виноградарства Чеченского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Гаплаев М.Ш., доктор сельскохозяйственных наук, директор Чеченского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Дадашев Р.Х., доктор физико-математических наук, профессор, академик Академии наук Чеченской Республики, главный научный сотрудник Комплексного научно-исследовательского института им Х. И. Ибрагимова РАН.

Джамбулатов Р.С., кандидат физико-математических наук, заведующий отделом физико-математических исследований, ученый секретарь Комплексного научно-исследовательского института им Х. И. Ибрагимова РАН.

Даукаев А.А., доктор геолого-минералогических наук, заведующий отделом проблем топливно-энергетического комплекса Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН.

Забураева Х.Ш., доктор географических наук, главный научный сотрудник отдела проблем топливно-энергетического комплекса Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН.

Ибрагимов Кюри Х., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории социально-политических исследований Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН.

Мажиев Х.Н., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные конструкции» Грозненского государственного нефтяного технического университета имени академика М.Д. Миллионщикова.

Мицаев Ш.Ш., доктор ветеринарных наук, заведующий лабораторией ветеринарной медицины Чеченского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Тайсумов М.А., доктор биологических наук, профессор, вице-президент Академии наук Чеченской Республики.

Умаров М.У., доктор биологических наук, доцент, заведующий отделом биологии и экологии Академии наук Чеченской Республики.

Умхаева З.С., доктор физико-математических наук, профессор, заведующая отделом материаловедения Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН.

Хасбулатова З.С., доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой химии и методики ее преподавания Чеченского государственного педагогического университета.

Editor in chief

Bataev D.K.-S., doctor of technical Sciences, Professor, Director of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Deputy editor

Osmaev A.D., doctor of historical Sciences, docent, Deputy Director of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Ibragimov Kanta. Kh., doctor of economics Sciences, Deputy Director of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Executive Secretary

Ganieva M.M., junior researcher at the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Editorial Board

Avtaeva T.A., candidate of biological Sciences, docent, leading researcher of the Department of biological sciences of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Batukaev A.A., doctor of agricultural Sciences, Professor, head of the Laboratory of Viticulture of the Chechen research Institute of agriculture.

Gaplaev M.Sh., doctor of agricultural Sciences, director of the Chechen research Institute of agriculture.

Dadashev R.Kh., doctor of physical and mathematical Sciences, Professor, academician of the Academy of Sciences of the Chechen Republic, Chief Scientific Officer of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Dzhambulatov R.S., candidate of physical and mathematical Sciences, head of the Department of physical and mathematical research, Scientific secretary of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Daukaev A.A., doctor of geological and mineralogical Sciences, head of the Department of problems of the fuel and energy complex of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Zaburaeva Kh.Sh., doctor of geographical Sciences, chief scientific worker of Department of problems of fuel and energy complex of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Ibragimov Curie Kh., doctor of agricultural Sciences, Professor, chief researcher of the laboratory of social and political research of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Mazhiev Kh.N., doctor of technical Sciences, Professor, head of the Department of "Building structures" of the Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov

Mitsaev Sh.Sh., doctor of veterinary Sciences, head of the laboratory of veterinary medicine of the Chechen research Institute of agriculture.

Soltakhanov Sh.Kh., doctor of physical and mathematical Sciences, docent, Professor of the Department of Applied mathematics and computer technologies of the Chechen state University.

Taisumov M.A., doctor of biological Sciences, Professor, vice president of the Academy of Sciences of the Chechen Republic.

Umarov M.U., doctor of biological Sciences, docent, head of the Department of biology and Ecology of the Academy of Sciences of the Chechen Republic.

Umkhaeva Z.S., doctor of physical and mathematical Sciences, Professor, head of the department of materials science of the Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences.

Khasbulatova Z.S., doctor of chemical Sciences, Professor, head of the Department of chemistry and methods of teaching of the Chechen state pedagogical University.

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Гайсумов М.Я., Бадаев С.В., Дебиев М.В.

Оценка ресурсов и потенциала ветроэнергетики
Чеченской Республики.....11

Даукаев А.А., Абубакарова Э.А., Сулумов З.Х.

Развитие нефтедобывающей промышленности как градообразующая
отрасль Чеченской Республики в 1920-1970 гг.....24

Даукаев А.А., Гапаев Я.С., Даукаев А.А.

Аргунский заказник и его туристско-рекреационный
потенциал (к 45 летию создания).....31

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Батаева П.Д., Батаева Х.М., Батаев М.Д., Джабраилова М.А.

Анализ причин несчастных случаев и аварий при производстве ремонтно-
восстановительных и реставрационных работ.....38

Гишлакаев С.У., Джангаров А.И.

React, история и современное применение.....44

Гишлаков С.У., Джангаров А.И.

Обновление функционала JavaScript через EcmaScript 6.....49

Макарычев К.В., Мартынов К.А., Тарасова К.Г.

Технология повторного использования строительных материалов,
изделий и конструкций после сноса зданий.....54

Юнусова З.У.

Архитектура сетей пятого поколения и основные фундаментальные
изменения в развитии сетей связи пятого поколения.....62

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Батхиев А.М.

Ведение красной книги Чеченской Республики, как форма мониторинга
редких видов и роль ООПТ в их сохранении.....70

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Алчагиров Б.Б., Дадашев Р.Х., Карамурзов Б.С.

Жизнь, отданная науке (к 90-летию доктора физико-математических наук,
профессора Х.Б.Хоконова).....79

Джамбулатов Р.С., Альтемиров М.А.

Определение средней квадратичной ошибки измерения поверхностного
натяжения водных суспензий бентонита.....87

Дадашев Р.Х., Джамбулатов Р.С.

Суперпозиция результатов измерения поверхностного
натяжения суспензий.....93

Умхаева З.С., Терешина И.С., Карпенков А.Ю., Гацаев З.Ш., Алиев И.М.

Атомно-кристаллическая структура и топология поверхности
многокомпонентных сплавов системы $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$101

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бабаева В.Г.

Имидазолиновые комплексы в качестве биоцидной добавки к
смазочно-охлаждающим жидкостям.....109

Гаджиева Г.Э.

Применение соединений меди в качестве катализаторов
в реакциях аминотилирования.....116

CONTENTS

SCIENCE OF EARTH

Gaisumov M.Y., Badaev S.V., Debiev M.V.

Assessment of wind energy resources and potential
Chechen Republic.....11

Daukaev A.A., Abubakarova E.A., Sulumov Z.Kh.

Development of the oil producing industry as a town-forming industry of the
Chechen Republic in 1920-1970.....24

Daukaev A.A., Gapaev Y.S., Daukaev A.A.

Argun reserve and its tourist and recreational potential
(to the 45th anniversary of its creation).....31

TECHNICAL SCIENCES

Bataeva P.D., Bataeva Kh.M., Bataev M.D., Dzhabrailova M.A.

Analysis of the causes of accidents and accidents during repair and
restoration works.....38

Gishlakaev S.U., Dzhangirov A.I.

React, history and modern application.....44

Gishlakaev S.U., Dzhangirov A.I.

Updating JavaScript functionality via EcmaScript 6.....49

Makarychev K.V., Martynov K.A., Tarasova K.G.

Technology of reuse of building materials, products and
structures after building demand.....54

Yunusova Z.U.

Fifth generation networks architecture and main fundamental changes in the
fifth generation communication networks development.....62

BIOLOGICAL SCIENCES

Batkhiyev A.M.

Maintaining the red book of the Chechen Republic as a form of monitoring rare
species and the role of spas in their conservation.....70

PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

Alchagirov B.B., Dadashev R.Kh., Karamurzov B.S.

Life devoted to science (to the 90th anniversary of doctor of physical
and mathematical sciences, professor Kh.B. Khokonov).....79

Dzhambulatov R.S., Altemirov M.A.

Determination of the mean square error of measuring the surface tension
of aqueous bentonite suspensions.....87

Dadashev R.Kh., Dzhambulatov R.S.

Superposition of the results of surface tension
measurements of suspensions.....93

Umkhaeva Z.S., Tereshina I.S., Karpenkov A.Y., Gacaev Z.Sh., Aliev I.M.

Atomic crystal structure and surface topology of multicomponent alloys
of the $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ system101

CHEMICAL SCIENCES

Babayeva V.G.

Imidazolin complexes as a biocidal additive
to lubricant-coolant liquids.....109

Gadzhieva G.E.

Application of copper contain compounds as catalysts in
aminomethylation reactions.....116

УДК 551.55(470.66)

DOI: 10.34824/VKNIRAN.2022.11.3.001

**ОЦЕНКА РЕСУРСОВ И ПОТЕНЦИАЛА ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ
ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**© Гайсумов Малик Якубович (а), Бадаев Салавди Вахажиевич (b),
Дебиев Майрбек Вахаевич (с)**

- (а) Комплексный научно-исследовательский институт Российской академии наук имени Х.И. Ибрагимова, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория ветроэнергетики, в.н.с., к.г.-м.н., gro_ss@bk.ru
- (b) Комплексный научно-исследовательский институт Российской академии наук имени Х.И. Ибрагимова, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория ветроэнергетики, н.с., badaev_sv@mail.ru
- (с) Грозненский государственный нефтяной университет имени акад. М.Д.Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный; кафедра электротехники, к.т.н., доцент, mair76@mail.ru

Аннотация. В статье приведены, краткий обзор развития ветроэнергетики в России и в мире, а также результаты уточнения ветрового потенциала территории Чеченской Республики. В целом территория республики относится к району со средним уровнем ветровой энергии, однако здесь имеется значительный ресурс ветровой энергии, который можно и нужно использовать.

Выполнены расчеты энергии ветра для различных климатических зон и проведена оценка валового, технического и экономического потенциалов. Отмечается возможность использования мощных (750-1000 кВт и более) ветроэнергетических установок (ВЭУ) на Затеречной равнине, где существуют наиболее благоприятные условия для их применения.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветроэнергетика, энергия и потенциал ветра, Чеченская Республика.

**ASSESSMENT OF WIND ENERGY RESOURCES AND POTENTIAL
CHECHEN REPUBLIC**

**© Gaisumov Malik Yakubovich (a), Badaev Salavdi Vakhadzhievich (b),
Debiev Mayrbek Vakhaevich (c)**

- (a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; laboratory of wind energy, leading researcher, Ph.D., gro_ss@bk.ru
- (b) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; wind energy laboratory, researcher, badaev_sv@mail.ru

(c) Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation, Grozny; Department of Electrical Engineering, Ph.D., Associate Professor, mair76@mail.ru

Abstract. The article presents a brief overview of the development of wind power in Russia and in the world as well as the results of clarification and detailing of the wind potential of the territory of the Chechen Republic. In general, the territory of the republic refers to the area with an average wind energy level, however, there is a significant resource of wind energy, which can and should be used.

The wind energy calculations for various climatic zones and the gross, technical and economic potentials were evaluated. It is noted the possibility of using powerful (750-1000 kW and more) wind power plants (VEU) on the wrecked plain, where the most favorable conditions for their use exist.

Key words: Renewable energy sources, wind power, energy and wind potential, Chechen Republic.

1 Развитие ветроэнергетики в России и в мире

По данным исследований РАВИ (Российская ассоциация ветровой индустрии) к настоящему времени в мире построено ветроэлектростанций суммарной мощностью более 570 ГВт из них около 30 ГВт – на морском шельфе (офшорная, морская ветроэнергетика) [17].

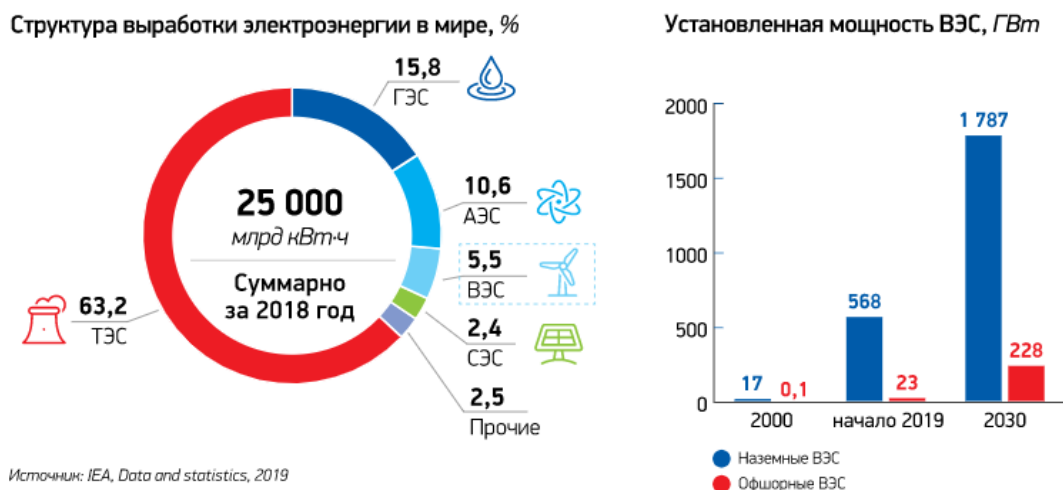


Рис. 1. Современное состояния развития ветроэнергетики в мире [18]

В структуре производства электроэнергии в мире ветроэнергетика занимает четвертое место, а по установленной мощности уже превышает мощности атомных электростанций [18].

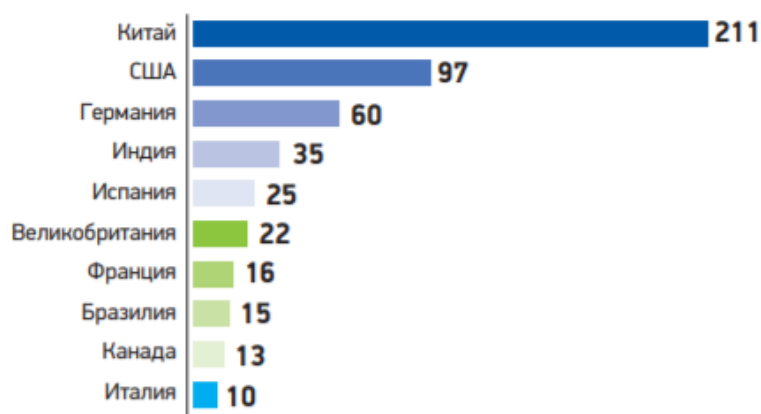


Рис.2. Установленная мощность ВЭС (в ГВт) в странах мира (по состоянию на 2020 г. [9])

Более 75% прироста мощностей ВЭС сформированы пятью крупнейшими рынками ветроэнергетики, это Китай, США, Германия, Индия и Испания.

Предполагается, что к 2024 г. установленная мощность ВЭС значительно возрастет и в натуральном выражении увеличится до 1 200 ГВт [7].

Европейская ассоциация ветроэнергетики Wind Europe опубликовала прогноз развития отрасли в Европе до 2023 года в котором представлен широкий диапазон развития от 67 ГВт до 112 ГВт в зависимости от разных сценариев. В базовом сценарии, европейская энергетика вырастет на 90 ГВт, а ее установленная мощность достигнет 277 ГВт. По прогнозу МЭА (Международное энергетическое агенство), ветроэнергетика станет крупнейшим производителем электричества в ЕС уже в 2027 году.

Согласно отчетам GWEC (Глобальный Совет Ветроэнергетики), к концу 2020 года объем прироста мощностей превысил 60 ГВт, а к 2022 году общее производство должно достичь 840 ГВт [5 -7, 18 и др.]. При этом себестоимость единицы установленной мощности вырабатываемой ВЭС сократилась в несколько раз. На фоне высоких цен на традиционные источники энергии, себестоимость солнечной и ветровой генерации к настоящему времени опустилась ниже генерации на ископаемых энергоресурсах. Во многих регионах мира возникают и быстро растут новые рынки централизованной и распределенной генерации на ВИЭ.

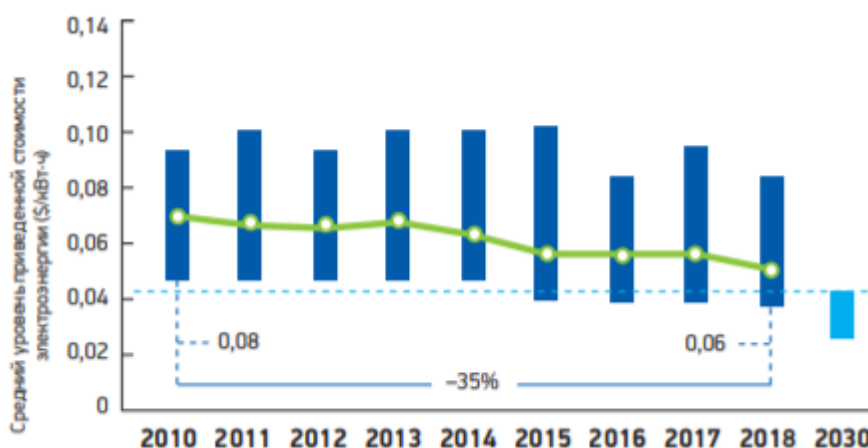


Рис. 3. Динамика приведенной стоимости электроэнергии (LCOE),

производимой ВЭС, \$/кВт·ч (по данным IRENA для 20 ведущих стран мира [5])

Предполагается что уже в 2021 году для наземной ветроэнергетики стоимость выработки составит менее — \$0,04 за 1 кВт·ч., что ниже эксплуатационных расходов угольных генерирующих мощностей [4].

Всего за пять лет рост ветроэнергетики примерно увеличился в 1,5 раза. Но надо отметить, что за последние несколько лет рост мощностей альтернативных источников, в том числе и ветроэнергетики несколько снизился по отношению 2018 годом. Наибольшее количество энергии, вырабатывают США, Дания, Уругвай, Испания и Германия.

По экспертным оценкам, на территории Российской Федерации, технический потенциал ветровой энергии оценивается свыше 6 000 млрд. кВт·ч/год [1] а экономический потенциал составляет примерно 31 млрд. кВт·ч/год.

Технический потенциал энергии ветра субъекта РФ на высоте 100 м над поверхностью земли (при расстановке ВЭУ по всей доступной территории субъекта)

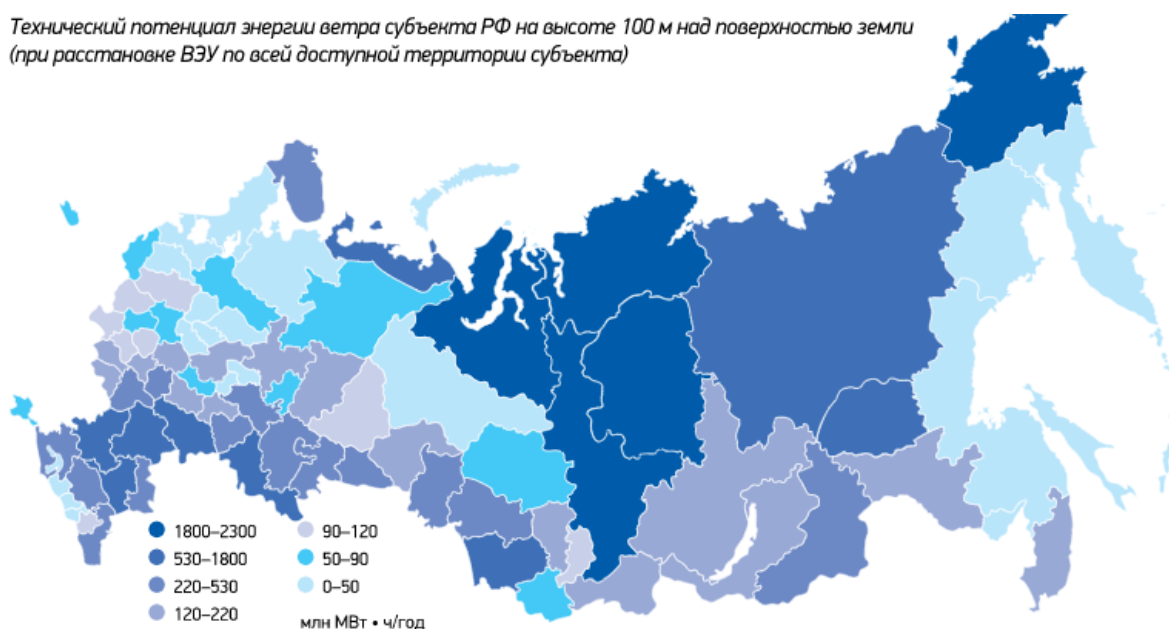


Рис. 4. Ветроэнергетический потенциал территории Российской федерации (Атлас ресурсов ..., 2015)

Необходимо также учитывать и изменения климата, что повлечет за собой и изменения ветроэнергетического потенциала. Так согласно "Материалам к стратегическому прогнозу изменений климата РФ на период до 2030 г. и их влияния на отрасли экономики", подготовленным Росгидрометом, к 2030 г. на территории Северного Кавказа (Чеченская республика, Республика Дагестан, Ставропольский край), ветровые нагрузки возрастут в 1.2 раза.

За последние годы внедрение ветроэнергетических мощностей в России происходит достаточно быстрыми темпами, ввод мощностей составляет более 500 МВт в год [17]. К настоящему моменту на территории России построено более 20 крупных ветропарков на долю которых приходится около 95% суммарной мощности ВЭС. По состоянию на 2021 год введено строй и действует более 600 ВЭУ с установленной мощностью более 100 кВт каждая [14]. Всего в России помимо крупных проектов также работают более 1600 малых ВЭУ, с мощностью от 0.1 до 30 кВт [4].

Одним из ведущих лидеров по развитию ветроэнергетики в России является Ростовская область, здесь заканчивается строительство нескольких ВЭС совокупной мощностью 800 МВт. В случае полной реализации этих проектов к концу 2021 года здесь будет производиться свыше 25% от всей выработки ВЭС России [8].

В Ставропольском крае введены в строй мощности Кочубеевской ВЭС 210 МВт со среднегодовой выработкой порядка 490-510 млн кВт·ч. В перспективе до 2023 года планируется нарастить мощности до 400 мегаватт. Управляющая компания «Ветроэнергетика» года построит в регионе ветропарки общей мощностью до 500 МВт в Андроповском и Кочубеевском районах края. В Целинном районе Калмыкии введены в промышленную эксплуатацию Салынская и Целинская ВЭС, с суммарной мощностью 200 МВт [14, 16, 17].

В настоящее время, целом по югу России с использованием ВЭС вырабатывается до 20 млрд. кВт·ч в год.

2 Характеристика режима и ветровых параметров территории

Территория Чеченской Республики относится к району со средним уровнем ветровой энергии. Характерной особенностью ветровой обстановки является неравномерность распределения скорости ветра по территории и интенсивности в различные периоды года [9, 10, 11 и др.].

Большое разнообразие форм рельефа сказывается и на распределении повторяемости направлений ветров. В замкнутых котловинах и у склонов гор наблюдается наибольшая повторяемость штилей - 44-58%; в предгорных и горных районах - до 30%.

Средняя годовая скорость ветра изменяется в довольно широких пределах - от 0,8 до 6,0 м/сек. Годовой ход скорости ветра определяется годовым ходом атмосферной циркуляции. Наиболее сильные ветры наблюдаются в высокогорных районах в открытых формах рельефа и там, где орографические факторы способствуют увеличению барических градиентов и приводят к сходимости воздушных потоков. Средняя годовая скорость ветра в этих районах достигает 5 - 6 м/сек, на открытых равнинах и в широких долинах - несколько ниже и составляет 3 - 4 м/сек, в предгорьях - до 3, в замкнутых котловинах и в низинных южных районах не превышает 1 - 2 м/сек. [11]. В качестве исходных использованы выборочные данные средне-многолетних характеристик ветра из научно-прикладных справочников «Климат России», Ч.4 – ветер и справочника по климату СССР [12, 13].

Таблица 1

Повторяемость направления ветра и штилей (%) [11]

Населенные пункты	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Наурская	4	8	31	6	2	4	32	13	18
Шелковская	4	8	30	9	3	14	24	8	11
Грозный	5	11	26	5	4	8	17	24	48
Серноводская	4	6	22	8	2	8	37	13	12
Урус-Мартан	13	14	8	5	19	19	13	9	35
Ведено	8	10	25	13	1	4	27	12	24
Шатой	30	34	8	7	11	4	2	4	22

По материалам таблицы можно сделать вывод, что на Терско-Кумской равнине, Терско-Сунженской возвышенности, Чеченской равнине, в восточной горной части (Ведено) территории республики преобладают ветры западных и восточных румбов, причем в большей степени – ветры западного направления.

В годовом ходе наибольшая скорость ветра, как правило, отмечается весной или зимой при усилении циклонической деятельности, наименьшая - летом и осенью. Как показывают наблюдения, наибольшую повторяемость в большинстве районов имеет ветер скоростью 1 - 5 м/сек (70 - 90 %). Скорости ветра больше 10 м/сек редки и их повторяемость не превышает 10 %. В долинах и котловинах наблюдается в среднем 5 - 15 дней в году с сильным ветром. В отдельных формах рельефа на большой высоте и в местах сужения долин число дней с сильным ветром достигает 20-30.

Преобладание западных ветров над восточными характерно для летних месяцев. В ст. Серноводской, г. Гудермесе западные ветры преобладают в течение всего года [10].

Повторяемость направлений ветра. На ветровой режим наклонной равнины вблизи гор, оказывают влияние ветры типа горно-долинных. Здесь преобладают ветры северных (36%) и южных (45%) румбов. Амплитуда повторяемости северных ветров колеблется в пределах 8-17 %. Уменьшение повторяемости северных ветров приходится на летние месяцы (июнь – 8 %). Повышение повторяемости ветров северного направления наблюдается в феврале-марте, с вершиной большего значения (17%) в марте. Ветры южных направлений имеют два спада, приходящиеся на весну и осень. Причем, глубина амплитуды опускается (8%) в апреле месяце. Гребни амплитуд имеют максимальные значения в июне – августе (июнь – 23 %), зимой – в ноябре-феврале (декабрь – 24 %) [11].

В основном, преобладают северные долинные ветры, дующие со стороны Чеченской наклонной равнины. Годовая повторяемость направления северных ветров составляет 30%, северо-восточных – 34 %, северо-западных – всего 4 %. Южные ветры составляют 11 %, но по сравнению с восточными и, тем более, с западными.

Штилевое состояние воздушных масс характерно для населенных пунктов Чеченской равнины и межгорных котловин. Грозный имеет самый высокий годовой процентный показатель штиля – 48, а наименьший – Гудермес, где количество дней со штилем составляет всего 4 процента. Это самая ветровая местность в республике. В северной открытой плоскостной части территории республики, где воздушные массы не встречают препятствий, скорость ветра достигает максимума.

Таблица 2

Средне-многолетние месячная и годовая скорости ветра (м/с)

Пункт	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Наурская	2.1	2.5	2.9	3.2	2.8	2.9	2.7	2.5	2.2	2.2	2.4	2.1	2.5
Шелковская	3.0	3.6	4.1	4.5	3.9	3.6	3.4	3.5	3.2	3.2	3.6	3.0	3.6
Грозный	1.4	1.8	2.2	2.5	2.5	2.5	2.3	2.1	1.8	1.6	1.5	1.3	2.0
Гудермес	2.8	2.9	3.2	3.8	3.6	3.9	3.7	3.6	3.2	2.8	2.9	2.8	3.3
Серноводская	2.0	2.3	2.3	2.5	2.4	2.3	2.4	2.2	1.9	2.0	1.9	2.0	2.2
Урус-Мартан	1.0	1.3	1.6	1.7	1.6	1.7	1.4	1.4	1.1	1.1	1.2	1.0	1.3
Ведено	1.5	1.6	1.7	1.7	1.4	1.3	1.1	1.1	1.2	1.4	1.4	1.4	1.4
Шатой	2.2	2.4	2.7	2.4	2.0	1.7	1.6	1.6	1.7	2.0	2.3	2.1	2.0

Максимальные скорости ветра в горах приурочены к двум летним месяцам (июль, август). Направление ветров – западной ориентации. Скорость ветра в течение суток меняется довольно резко, особенно в горной местности. Горно-долинные ветры днем могут увеличивать свою скорость в 5 раз по сравнению с ночными часами. Но и на плоскости скорость ветра днем в три раза выше ночной [10, 11].

Сводные данные по среднемесячной и годовой скорости ветра в различные часы суток приведены ниже:

Таблица 3

Средняя месячная и годовая скорость ветра в различные часы суток (м/сек) [10]

Пункты	Часы	Месяцы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Грозный	1	1.1	1.5	1.6	1.3	1.2	1.3	1.3	1.0	0.9	1.1	1.2	1.2
	7	1.2	1.3	1.6	1.4	1.5	1.6	2.6	1.3	1.0	1.0	1.1	1.2
	13	1.7	2.6	3.4	4.1	4.0	3.6	3.3	3.4	3.3	2.9	2.0	1.6
	19	1.5	1.8	2.3	3.3	3.3	3.3	3.1	2.8	2.0	1.3	1.5	1.2
Гудермес	1	2.8	2.7	2.5	2.5	2.4	3.1	3.1	2.7	2.4	2.5	2.6	2.7
	7	3.0	2.9	2.8	3.0	3.0	3.4	3.2	3.1	2.8	2.8	2.8	2.9
	13	3.1	3.5	4.2	5.4	4.7	4.6	4.1	4.4	4.2	3.6	3.4	2.9
	19	2.5	2.6	3.4	4.4	4.3	4.4	4.3	4.2	3.2	2.3	2.7	2.5
Шатой	1	1.6	1.6	1.7	1.5	1.1	0.9	0.9	0.9	0.8	1.1	1.5	1.5
	7	1.5	1.6	1.5	1.4	1.0	1.1	0.9	0.8	1.0	1.0	1.3	1.4
	13	4.0	4.5	5.2	4.6	4.1	3.7	3.4	3.8	4.1	5.0	4.9	4.0
	19	1.7	2.1	2.5	2.1	1.6	1.3	1.1	0.9	0.9	1.2	1.5	1.5
Армхи	1	2.0	2.1	1.8	1.7	1.7	1.8	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9	2.0
	7	2.1	2.0	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
	13	2.0	2.5	3.3	3.8	3.9	3.8	3.5	3.7	3.7	3.1	2.1	1.8
	19	1.8	1.7	1.8	1.9	1.7	1.8	1.6	1.4	1.3	1.6	1.6	1.8

Примечание: Для представительности анализа ветрового потенциала привлечены данные по ближайшей к территории ЧР метеостанции с. Армхи.

Таблица 4

Среднее и наибольшее число дней с сильным ветром (15 м/с и более)

Пункт	Число дней с сильным ветром (15 м/с и более) по месяцам												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Шелковская													
среднее	1.4	1.8	3.1	4.2	2.6	2.0	1.3	2.8	2.0	1.7	2.8	1.1	27
наибольшее	5	7	8	10	10	6	6	7	6	5	10	9	49
Грозный													
среднее	1.0	1.2	1.7	2.6	2.6	2.5	2.0	2.0	0.8	1.0	1.0	0.3	19
наибольшее	4	7	6	7	12	5	10	7	3	3	3	2	49
Ведено													

среднее	0.5	0.7	0.9	0.7	1.0	0.5	0.7	0.7	0.4	0.5	0.5	0.4	8
наибольшее	4	4	4	6	5	3	3	3	2	3	3	4	24
Шатой													
среднее	0.5	0.3	1.1	0.5	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.5	5
наибольшее	6	2	6	3	1	2	1	3	4	3	4	3	22

Зависимость средней скорости ветра от высоты. В обычной практике на метеостанциях приборы для измерения скорости ветра располагаются на высотах 8-10 м. [2, 3], в то же время оси современных ВЭУ располагаются на высотах до 100 м. и более. В связи с этим возникает необходимость установления вертикального профиля скоростей ветра. В общем виде скорость ветра на высоте $h_{ВЭУ}$ оси ветроколеса ВЭУ определяется через скорость ветра на высоте флюгера h_{ϕ} по известной формуле [3]:

$$\bar{v}_{ВЭУ} = \left(\frac{h_{ВЭУ}}{h_{\phi}} \right)^m \bar{v}_{\phi}, \quad (1)$$

В отечественных исследованиях [2, 3, 15 и др.] при расчете вертикального профиля среднегодовых значений скорости ветра показатель m зависит как от времени года, так и от величины средней скорости ветра и принимается в диапазоне 0,17 – 0,24 в среднем составляя 0,2. Ниже приведены результаты пересчетов скорости ветра на разные высоты:

Таблица 5

Изменение скорости ветра при перерасчете на возможную высоту ветроагрегата

№№ пп	Населенные пункты	Ср. скорости ветра на высоте флюгера, м/сек.	Высота ветроагрегата, в м.			
			25	50	75	100
1	2	3	4	5	6	7
1	Наурская	2.5	3,2	4,1	4,8	5,7
2	Шелковская	3.6	4,5	5,5	6,3	6,8
3	Грозный	2.0	2,5	3,3	3,8	4,3
4	Гудермес	3.3	4,1	5,1	5,7	6,3
5	Серноводская	2.2	2,8	3,6	4,2	4,6
6	Урус-Мартан	1.3	1,7	2,3	2,8	3,1
7	Ведено	1.4	1,9	2,4	3,0	3,4

3 Основные параметры характеризующие энергию ветра

Удельная энергия ветрового потока. Расчет средней удельной мощности произведен по известной формуле:

$$P = \sum_i^n P_{v_i} = \frac{1}{2} \rho \sum_{i=1}^n V_i^3 t_i p, \quad (2)$$

где $\rho = \rho_o \frac{288B}{760T}$ - плотность воздуха

$\rho_o=1,226 \text{ кг/м}^3$ - номинальная плотность воздуха при температуре 15 °С (288 К) и давлении равном 760 мм ртутного столба принимается по справочным данным.

Результаты расчетов для исследуемой территории показали что изменение плотности воздуха в зависимости от среднесуточных давления и температуры составляет менее 2%, и поэтому может в дальнейшем не учитываться.

Нормативный скоростной напор в соответствии с СНиП - Строительная климатология, равен:

$$q = S \cdot \rho \cdot v_{\max}^2, \quad (3)$$

Считается целесообразным использование энергии ветра при скоростях ветра достигающих 5-6 м/сек. на высоте ветроагрегата, тогда выработка электроэнергии ВЭС становится экономически выгодной.

При отсутствии турбулентности объем воздуха, проходящий в единицу времени через поперечное сечение площадью S , обладает кинетической энергией [3]. Отсюда мощность (как энергия в единицу времени) может определяться следующим образом:

$$P_0 = \frac{Mv^2}{2}, \quad (4)$$

где

M – масса воздуха в объеме цилиндра с площадью основания S и длиной равной скорости v .

С учетом плотности воздуха ρ мгновенная мощность равна:

$$P_0 = \frac{S\rho v^3}{2} \text{ (Вт)}, \quad (5)$$

Средняя удельная мощность ($\bar{P}_{y\partial}$) за период времени (например, год) с учетом распределения скорости по интервалам за этот период может быть найдена из следующего выражения [3]:

$$\bar{P}_{y\partial} = \frac{1}{2} \rho \sum_{i=1}^n v_i^3 t_i \text{ (кВт/м}^2\text{)}, \quad (6)$$

В этом случае удельная энергия определяется следующим образом:

$$E = \bar{P}_{y\partial} \cdot T, \quad (7)$$

4. Оценка потенциала

Валовый (теоретический) потенциал (W_B) ветровой энергии региона – это часть среднесуточной суммарной энергии, которая доступна для использования на площади региона в течение одного года [3]. Для определения валового потенциала регион был разбит на зоны, в пределах удельная мощность ветровой энергии, географические, природные и климатические условия являются однородными. А общий валовый потенциал ветровой энергии территории определялся как сумма валовых потенциалов всех зон.

Удельный валовый потенциал определялся значением средней удельной мощностью $\bar{P}_{y\partial}$ ветрового потока (кВтч/год):

$$W_{yB} = \bar{P}_{y0} \frac{T}{20}, \quad (8)$$

где $T=8760$ ч/год.

Валовый потенциал определяется из допущения, что при обтекании потоками препятствия («воздушной плотины») высотой H возмущенный поток полностью восстанавливается на расстоянии $20H$ после препятствия. В этом случае модель определения валового потенциала ветровой энергии представляет систему «воздушных плотин» высотой - H , ориентированных перпендикулярно направлению ветра и расположенных на расстоянии $20H$ друг от друга [3].

С учетом этого валовый потенциал зоны определяется как:

$$W_B = W_{yB} \cdot S, \quad (9)$$

где S – площадь зоны (m^2).

Технический потенциал (W_T) ветровой энергии региона – это суммарная электрическая энергия, которая может быть получена в регионе при современном уровне развития техники и соблюдении экологических норм [2, 3, 9 и др.]. Технический потенциал зависит от параметров ВЭУ, среднегодовой скорости ветра на высоте оголовка ветроагрегата, площади зоны и определен из следующего выражения:

$$W_T = W_B \cdot C_p \cdot \eta_g \cdot \eta_r \cdot \frac{S_T}{S}, \quad (10)$$

где

C_p - коэффициент использования энергии ветра, который зависит от скорости ветра по закону Жуковского-Бетца изменяется от минимального значения 0,05 до максимального 0,593, в большинстве случаев принимается равным 0,2.

η_g - КПД генератора ВЭУ.

η_r - КПД редуктора ВЭУ.

S_T - площадь зоны или региона, на которой с учетом технических и экологических ограничений возможно размещение ВЭУ. Может изменяться от 10 до 30 % от всей площади зоны (региона) [2, 3,15]. В данном случае принят равным 12%.

Экономический потенциал ветровой энергии региона – это величина годового поступления электрической энергии в регионе от использования ВЭУ, получение которой экономически оправдано. С учетом отечественных и зарубежных данных в первом приближении можно считать, что экономический потенциал использования ветровой энергии составляет 0.5% технического потенциала региона.

Заключение

С начала XXI века мировая ветроэнергетика развивается высокими темпами, в некоторых случаях опережая ввод традиционных мощностей. В России с принятием дополнительных законодательных мер, касающихся поддержки развития возобновляемой энергетики, созданы дополнительные стимулы для освоения ветрового потенциала. Развитие

нормативно правовой базы в России, перестало сдерживать внедрение в использование возобновляемых источников энергии. При этом снижаются риски в области энергетической безопасности, связанными с трансграничными вызовами и угрозами.

В целом территория Чеченской Республики относится к району со средним уровнем ветровой энергии однако имеется значительный ресурс ветровой энергии, который можно и нужно использовать.

Выполненные расчеты ветрового потенциала с пересчетом скоростей ветра и повторяемостей с высоты флюгеров на высоту 100 метров (высота ветроэнергетической установки мощностью 500-1000 кВт), показали, что суммарный ветроэнергетический валовый потенциал территории W_v составляет -1620,0 млрд кВт·ч/год, технический потенциал $W_t \approx 29,0$ млрд кВт·ч/год и экономический ориентировочно составил $W_{\varepsilon} \approx 0,15$ млрд кВт·ч/год.

В силу специфичности выполнения замеров параметров ветра на метеостанциях Гидрометцентра России, которые ведутся в населенных пунктах на высотах 8-10 метров, выполненные расчеты носят общий характер. Для уточнения характерных особенностей ветровой обстановки необходимо проведение дополнительных метеоизмерений для уточнения вертикального профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас ресурсов возобновляемой энергии на территории России. М.: Институт энергетики НИУ ВШЭ, 2015. 160 с.
2. Безруких П.П. Использование энергии ветра. Техника, экономика, экология. М.: Колос. 2008.196 с.
3. Безруких П.П. Ветроэнергетика: Справочное и методическое пособие. М.: ИД «ЭНЕРГИЯ», 2010. 320 с.
4. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2019 г. ГИС «Энергоэффективность», 2020. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.economy.gov.ru/material/dokumenty/gosudarstvennyu_doklad_po_energoeffektivnosti_.html (дата обращения: 11.11.2022).
5. Enargo. Renewable energy sources. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.enargo.ru/technologies_wind.php (дата обращения: 9.11.2022).
6. Energy Strategy 2020: A strategy for competitive, sustainable and secure energy. European Commission. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.eur-lex.europa.eu>.
7. Energy Strategy 2050: Energy roadmap 2050. European Commission. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.eur-lex.europa.eu/ec.europa.eu> (дата обращения: 2.12.2022).
8. Интернет-сайт компании АО «НоваВинд». [Электронный ресурс] – Режим доступа: (www.novawind.ru) (дата обращения: 8.12.2022).
9. Керимов И.А., Гайсумов М.Я., Ахматханов Р.С. Оценка потенциала солнечной и ветровой энергии юга России. Тр. КНИИ РАН: Грозный, 2010. С. 224-236.
10. Керимов И.А., Дебиев М.В. Ресурсы солнечной и ветровой энергии Чеченской республики // Современные проблемы геологии, геофизики Северного Кавказа. Мате-

- риалы Всероссийской научно-техн. конф. Грозный: Академия наук Чеченской Республики, 2011. С. 288-296.
11. Керимов И.А., Дебиев М.В., Магомадов Р.А.-М., Хамсуркаев Х.И. Ресурсы солнечной и ветровой энергии Чеченской республики // Электронный журнал «Инженерный вестник Дона», №1/2012. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/only2012/677>(дата обращения: 2.12.2022).
 12. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3 –многолетние данные. Вып.13. часть 1-6 –ветер и атмосферное давление. Ленинград: Техническая книга, 1990. 726 с.
 13. Научно-прикладной справочник «Климат России». Ч. 4 - ветер. Обнинск: ВНИИ-ГМИ-МЦД. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://aisorim.meteo.ru/climsprn/pages/Part_4.htm (дата обращения: 15.12.2022).
 14. Обзор Российского ветроэнергетического рынка и рейтинг регионов России за 2019 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rawi.ru/windpower/market-report/report-2019/> (дата обращения: 17.12.2022).
 15. Оценки ресурсов возобновляемых источников энергии в России: Справочник – учеб. пособие / Ю.С.Васильев и др. СПб.: Изд-во Политехн.ун-та, 2008. 250 с.
 16. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года». Институт энергетических исследований РАН и Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО. 2019. 211 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Forecast_2019_Rus.pdf (дата обращения: 18.12.2022).
 17. Российская Ассоциация Ветроиндустрии (РАВИ). <https://rawi.ru/ru/> (дата обращения: 18.12.2022).
 18. Статистический обзор мировой энергетики. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (дата обращения: 15.12.2022).

REFERENCES

1. Atlas of renewable energy resources in Russia. Moscow: HSE Institute of Energy, 2015. 160 p.
2. Bezrukikh P.P. The use of wind energy. Technology, economics, ecology. M.: Kolos. 2008.196 p
3. . 3. Bezrukikh P.P. Wind energy: Reference and methodological manual. Moscow: Publishing house "ENERGY", 2010. 320 p.
4. State report on the state of energy conservation and energy efficiency improvement in the Russian Federation in 2019 GIS "Energy Efficiency", 2020. [Electronic resource] – Access mode: https://www.economy.gov.ru/material/dokumenty/gosudarstvennyu_doklad_po_energoeffektivnosti_.html (accessed: 11.11.2022).
5. Enargo. Renewable energy sources. [Electronic resource] – Access mode: http://www.enargo.ru/technologies_wind.php (accessed: 9.11.2022).
6. Energy Strategy 2020: A strategy for competitive, sustainable and secure energy. European Commission. [Electronic resource] – Access mode: <http://www.eur-lex.europa.eu> .

7. Energy Strategy 2050: Energy roadmap 2050. European Commission. [Electronic Resource] – Access mode: [http://www .eur-lex.europa.eu/ec.europa.eu](http://www.eur-lex.europa.eu/ec.europa.eu) (accessed: 2.12.2022).
8. The website of JSC "NovaVind". [Electronic resource] – Access mode: (www.novawind.ru) (accessed: 8.12.2022).
9. Kerimov I.A., Gaisumov M.Ya., Akhmatkhanov R.S. Assessment of the potential of solar and wind energy in the south of Russia. Tr. KNII RAS: Grozny, 2010. Pp. 224-236.
10. Kerimov I.A., Debiev M.V. Solar and wind energy resources of the Chechen Republic // Modern problems of geology, geophysics of the North Caucasus. Materials of the All-Russian Scientific and Technical conf. Grozny: Academy of Sciences of the Chechen Republic, 2011. Pp. 288-296.
11. Kerimov I.A., Debiev M.V., Magomadov R.A.-M., Khamsurkaev H.I. Resources of solar and wind energy of the Chechen Republic // Electronic journal "In-generny vestnik Don", No. 1/2012. [Electronic resource] – Access mode: [http://www. ivdon.ru /magazine/archive/only2012/677](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/only2012/677) (accessed: 2.12.2022).
12. Scientific and applied reference book on the climate of the USSR. Series 3 –long-term data. Issue 13. Part 1-6 – wind and atmospheric pressure. Leningrad: Technical Book, 1990. 726 p.
13. Scientific and applied reference book "Climate of Russia". Part 4 - wind. Obninsk: VNIIGMI-MCD. [Electronic resource] – Access mode: http://aisori-m.meteo.ru/climspn/pages/Part_4.htm) (accessed: 12.15.2022).
14. Overview of the Russian wind energy market and the rating of Russian regions for 2019 [Electronic resource] – Access mode: [https://rawi.ru/windpower/market-report/report-2019 /](https://rawi.ru/windpower/market-report/report-2019/) (accessed: 17.12.2022).
15. Estimates of renewable energy resources in Russia: Reference book – study. manual / Yu.S. Vasiliev et al. St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University.un-ta, 2008. 250 p.
16. Forecast of energy development of the world and Russia until 2040". The Institute of Energy Research of the Russian Academy of Sciences and the Energy Center of the Moscow School of Management SKOLKOVO. 2019. 211 p. [Electronic resource] – Access mode: [https://energy.skolkovo. ru/downloads/documents/senec/Research/SKOLKOVO _EneC_Forecast_2019_Rus.pdf](https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/senec/Research/SKOLKOVO_EneC_Forecast_2019_Rus.pdf) (accessed: 12.18.2022).
17. Russian Wind Industry Association (RAVI). [https://rawi.ru/ru /](https://rawi.ru/ru/) (date of issue: 12/18/2022).
18. Statistical overview of world energy. [Electronic resource] – Access mode: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (accessed: 12.15.2022).

**РАЗВИТИЕ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
КАК ГРАДООБРАЗУЮЩАЯ ОТРАСЛЬ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
В 1920-1970 ГГ**

© Даукаев Арун Абалханович (а), Абубакарова Элиза Ахметовна (а,б),
Сулумов Зелимхан Хасамбекович (с)

(а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; зав.отделом проблем ТЭК, д.г.-м.н.,
daykaev@mail.ru

(б) Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный; в.н.с. отдела проблем ТЭК, к.г.-м.н.eliza_ggni@mail.ru

(с) Чеченский государственный педагогический университет, Российская Федерация, г. Грозный; к.и.н., доцент, zsulumov@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена старейшей нефтегазодобывающей организации «Грознефть», которой в этом году исполняется 100 лет со дня образования. Освещены вопросы становления неоднократных реорганизаций «Грознефть», отмечена ее роль, как градообразующей организации, в частности, развития г. Грозный, в решении социальных и жилищных вопросам нефтяников трудные 1920-30 годы.

Ключевые слова: Центральное нефтяное управление, Грознефть, нефтепромыслы, Грозный, месторождения нефти, добыча нефти, геологоразведочные работы

**DEVELOPMENT OF THE OIL PRODUCING INDUSTRY
AS A TOWN-FORMING INDUSTRY OF THE CHECHEN REPUBLIC
In 1920-1970**

© Daukaev Arun Abalkhanovich (a), Abubakarova Eliza Akhmetovna (a,b),
Sulumov Zelimkhan Khasambekovich (c)

(a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; Head of the Department of Fuel and Energy Complex Problems, Doctor of Geology and Mathematics, daykaev@mail.ru

(b) Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation, Grozny; leading researcher Department of Fuel and Energy Complex Problems, PhD
eliza_ggni@mail.ru

(c) Chechen State Pedagogical University, Russian Federation, Grozny; Ph.D., Associate Professor, zsulumov@mail.ru

Abstract. This article is devoted to the oldest oil and gas producing organization Grozneft, which this year marks its 100th anniversary. The issues of the formation of repeated reorganizations of Grozneft are highlighted, its role as a city-forming organization, in particular, the development of the city of Grozny, in solving social and housing issues of oil workers, the difficult 1920-30s, is noted.

Key words: Central Oil Administration, Grozneft, oilfields, Grozny, oil fields, oil production, geological exploration

Введение. В этом году исполняется 100 лет со дня формирования старейшей нефтедобывающей организации «Грознефть». Она сыграла значительную роль в социально-экономическом и промышленном развитии Чечено-Ингушской автономной Республики в составе РСФСР (до 1992 г.) и особенно г. Грозный. На протяжении нескольких десятилетий нефтедобывающая промышленность являлась одной из главных градообразующих отраслей Республики.

Этап становления Грознефти 1920-е г.

Для оперативного руководства над восстановлением нефтяной отрасли и дальнейшим ее развитием в начале 1920 гг было создано Центральное нефтяное управление (ЦНУ), в структуру которого вошли Старогрозненские и Новогрозненские нефтепромыслы, нефтезаводы, геологоразведочные и товаротранспортные отделы. Вновь созданное управление возглавил командующий Кавказской трудовой армией И.В. Косиор. В конце 1920 - в начале 1922 гг. в Москве состоялся I Всероссийский съезд нефтяников, имевший важное значение для развития нефтяной промышленности регионов и, в целом страны. От ЦНУ на съезде присутствовала делегация во главе с И.В. Косиором. В мае 1922 г. ЦНУ было преобразовано в «Грознефть». Трест «Грознефть» получает средства на техническую реконструкцию нефтепромыслов. На данном этапе руководство «Грознефть» уделяет большое внимание не только действующим месторождениям, но и поискам новых. Начинаются планомерные геолого-съемочные и буровые работы с охватом всей территории Терско-Сунженской области и Дагестана с целью уточнения строения ранее установленных и выявления новых залежей нефти и газа в третичных отложениях [2]. В эти трудные годы Грознефть уделял внимание также социальным и жилищным вопросам нефтяников. С 1922 по 1925 гг. «шла застройка двухэтажными кирпичными домами рабочих-нефтяников городков г. Грозный (Иваново, Бутенко, Катаяма и др.)», которые сохранились до сегодняшнего дня (Рис.1). От станции «Грознефтяная» до Старых и Новых промыслов была построена железная дорога [1,4].

Еще в 1922 г. ЦНУ взял в аренду у Горской Республики Горячеводские источники минеральных вод для создания санаторно-курортного учреждения. За короткое время в результате проведения большого комплекса организационных работ Горячеводский курорт занял достойное место среди курортов Северного Кавказа. Стационарное отделение курорта, в котором было оборудовано 150 санаторных мест предназначалось только для работников Грознефти [3].



Рис. 1. Двухэтажные дома рабочего поселка на старых промыслах

В 1926 г. Государственный трест «Грознефть» преобразовывается в объединение нефтяной и газовой промышленности «Грознефть».

Формирование единой системы нефтегазового производства в г. Грозный. В 1927-1928 годах происходят изменения в организационной структуре Грознефти. С включением в «Грознефть» Кубано-Черноморских промыслов ее переименовывают в трест Грозненской и Кубано-Черноморской нефтяной и газовой промышленности. Был утвержден новый Устав организации. Соответственно, значительно расширился район деятельности прежнего государственного общесоюзного треста «Грознефть». Здание Грознефти находился на проспекте Революции (Рис. 3). В новую структуру «Грознефть», кроме Старогрозненских, Октябрьских и Вознесенских промыслов, вошли Кубано-Черноморские и Майкопские нефтепромыслы, завод «Красный молот», институт ГрозНИИ, другие вспомогательные организации [5].

По состоянию на 1 августа 1928 г. в состав треста «Грознефть» входили следующие предприятия: Старые промыслы, Новые промыслы, Разведочные промыслы, завод «Красный молот», Нефтеперегонный завод, Парафиновый завод, Материально-транспортная контора, Газовое хозяйство, Нефтекачки, Злектроток, Нефтепровод и Пожарное управление.

Общее число работающих в тресте составляло около 12 000 чел., в том числе рабочих – около 10 000, служащих – 1100 и т.д. Управляющий трестом – Ганшин [6]. Грознефть оказывал значительное влияние на социально-экономическое развитие Северо-Кавказского края. Ежегодно в бюджет субъектов края, в том числе Чечни, Грознефть отчислял определенный процент денежных средств от прибыли [7].

В начале 1929 г. произошло важное событие в Чеченской автономной области, связанное с включением в ее состав г Грозный и Сунженского округа.



Рис. 3. Здание Грознефти на проспекте Революции (1920-е годы)

В 1930 г. управляющим трестом назначают Ф.П. Чамрова, уполномоченного по топливу в 8-й Кавказской Трудовой Армии с 1920 года.

В 1931 г. после вывода из треста Кубано-Черноморских промыслов в г.Грозный остается объединение Грозненской нефтяной промышленности «Грознефть». Грозненская нефть была высококачественной и с другой стороны наиболее дешевой. В этой связи в конце 1920-х - в начале 30-х гг. ее добыча стала быстрыми темпами расти. В 1931 г. трестом «Грознефть» было добыто около 8 млн. т нефти, что составляло 36,3 % всей добычи СССР и 4,2 % мировой добычи. Производство бензина по Грознефти составляло 73 % всей выработки СССР [Захарова и др, 1971, с. 427-428]. Из Грозного производилось около 40% нефтяного экспорта страны. Указом Президиума ЦИК СССР трест «Грознефть» был награжден орденом Ленина за выполнение плана первой пятилетки по добыче нефти за два с половиной года. Торжественное вручение награды состоялось в начале апреля 1931 г. во вновь построенном здании Дворца культуры в Заводском районе г. Грозный [1].

С начала 30-х годов стали уделять большое внимание вопросам повышения нефтеизвлечения и рациональной разработке миоценовых залежей. Было доказано важность применения вторичных методов эксплуатации. Впервые заговорили о необходимости шахтной эксплуатации караганских нефтеносных пластов. И уже в 1932г заложили опытную штольню в Мамакаевской балке. Работами руководили горные инженеры А.А. Клушин и А.Е. Еронин. Длина штольни составляла 66 метров. Об этой штольне в техническом журнале «Грозненский нефтяник» А.А. Клушин отмечал: «...на открытой штольне за все время существования горного дела впервые (на земном шаре) были проведены разнообразные экспериментальные работы, которые имеют крупный практический интерес для эксплуатации залежей различными методами. Кроме того, получены данные по бурению, тампонажу, борьбе с обвалами. Многие выводы из этих работ уже получили практическое внедрение.

За работами и исследованиями в Старогрозненской шахте следили все нефтяники Советского Союза и Америки» [5]. Опытные-производственные и исследовательские работы в шахте велись в 1936г.

В 1937 г. трест «Грознефть» преобразовывают в «Грознефтекомбинат», управляющим которого был назначен С.Л. Розиноер. В следующем году «Грознефтекомбинат» разделяют на 2 самостоятельных объединения – «Грознефдобыча» и «Грознефтепереработка». Но уже в 1940 г. их снова объединяют в единую организацию с прежним названием.

Несмотря на все трудности в первый год войны Грозненские нефтяники выполнили план по добыче нефти. В 1942 г. годовая добыча снизилась до 1,5 млн.т. С приближением линии фронта геолого-разведочные и промысловые работы были на короткое время прекращены. Но уже в 1943 г. нефтепромыслы были восстановлены, возобновили добычу нефти и бурение скважин. В 1943-45 гг. начальником «Грознефтекомбинат» был выпускник Грозненского нефтяного института В.С. Федоров, который впоследствии (1965-1985 гг.) занимал пост министра нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР.

За бесперебойную добычу нефти трест «Малгобекнефть» был награжден орденом Ленина. Героический труд грозненских нефтяников в тяжелейшие годы войны способствовал сохранению инфраструктуры нефтегазовой отрасли и восстановлению в кратчайшие сроки нефтегазопроизводительной системы. За открытие и разработку Ташкалинского месторождения нефти (1944 г.) группа специалистов-инженеров-нефтяников и геологов была удостоена высокого звания лауреатов государственной премии. В числе лауреатов были: С.С. Апрыткин, Б.П. Барцев, М.П. Лысенков, Б.Ф. Сайко, Г.М. Сухарев, В.А. Тилупо и А.И. Цатуров. Трудовой подвиг грозненских нефтяников был отмечен высокими правительственными наградами. За активное участие при сооружении оборонительных рубежей более 150 рабочих, инженерно-технических работников нефтяной отрасли Чечено-Ингушетии были награждены орденами и медалями. В 1945 году на базе «Грознефтекомбинат» снова создали два самостоятельных объединения: «Грознефть» «Грознефтезаводы». Начальником Грознефти был назначен С.С. Апрыткин.

Период освоения мезозойский отложений. В конце 1940-х - в начале 1950-х гг. сложилась критическая ситуация, связанная с постепенным истощением длительно разрабатываемых миоценовых залежей и отсутствием новых подготовленных запасов нефти. В связи с этим, одновременно с освоением глубокозалегающих горизонтов мела в пределах открытых месторождений, широко были развернуты ГРП на нефть и газ по всей территории Восточного Предкавказья, в том числе геофизические исследования. В 1946-1948г.г. вся территория покрывается магнитометрической съемкой, по результатам которой был отмечен ряд аномалий. С 1947 года начали проводить сейсморазведочные работы МОВ ОГТ. В результате исследований была впервые построена схематическая структурная карта по кровле верхнемеловых отложений. Полученные материалы сейсморазведки показали, что в равнинной части территории меловых отложений могут быть развиты малоамплитудные структуры, существенно отличающиеся по морфологии от складок передовых хребтов. Одновременно проводились разведочные (буровые) работы. Результаты бурения опорных, поисковых и разведочных скважин позволили изучить основные черты геологического строения территории положительно оценить нефтегазоносность и способствовали дальнейшему увеличению объемов ГРП на нефть и газ более 10 раз. В целом объем глубокого бурения

составил более 3 млн. м, основные объемы были сосредоточены в Терской и Сунженской зонах. За период, с конца 1946 по 1999 гг. добыча составила (по «Грознефть») более 300 млн.т. (рис.3), открыто более 25 залежей нефти в меловых отложениях в пределах старых и новых площадях, за счет освоения которых годовая добыча нефти по Грознефти в начале 1970-х гг. достигла максимальной величины – 20, 6 млн т. В соответствии с классификацией месторождений по извлекаемым запасам нефти месторождения ЧР распределяются следующим образом: к крупным относятся Старогрозненское, Октябрьское, Брагунское, Эльдаровское; среднее Гойт-Кортовское, Правобережное, Горячеисточненское, Северо-Брагунское, а остальные относятся к мелким.

В целом, функционирование нефтедобывающего объединения «Грознефть способствовало значительному росту г.Грозный как в территориальном плане, так и по количеству жителей (от 66 000 до 450 000 ч.) [1]. Формирование трех городских районов г.Грозный непосредственно связано с нефтяными промыслами и нефтеперерабатывающими заводами (бывшие Старопромысловский, Октябрьский и Заводской р-ны)

ЛИТЕРАТУРА

1. Даукаев А.А., Кусаев А.Д. Исторические параллели в развитии нефтегазового производства и города. Грозный. К 80-летию образования Чеченского государственного университета и 200-летию основания г. грозный. Грозный: ФГБОУ ВО «Чеченского государственного университета», 2019. 156 с.
2. Даукаев А.А. История и перспективы развития геологоразведочных и научно-исследовательских работ на нефть и газ на Северном Кавказе (XIX-XXI вв). М.: Спутник, 2018. 224 с.
3. Дацкевич А.П. Курорты Чечни // Известия Научного Общества Чеченской автономной области, № 2, 1930.
4. Джафаров К.И., Джафаров Ф.К. История Грозненских нефтяных промыслов: Учебное пособие. М.: ООО «Газоил пресс», 2010. 384 с.
5. Ершов Г.А., Тонконогов П.М., Ермоленко А.П. Чудесный источник. Очерки о нефтяниках Чечено-Ингушетии. Грозный: Чечингиздат. 1971. 327 с.
6. Захарова Е.В., Шахов М.А. История индустриализации Северного Кавказа (1926-1932 гг. Документы и материалы. Грозный, 1971. 564 с.
7. Чеченский архив (Сборник материалов по истории чеченского народа). Вып. 3. Грозный: ООО «Издательский дом Парнас», 2010. 420 с.

REFERENCES

1. Daukaev A.A., Kusaev A.D. Historical parallels in the development of oil and gas production and the city. Grozny. To the 80th anniversary of the formation of the Chechen State University and the 200th anniversary of the founding of Grozny. Grozny: Chechen State University, 2019. 156 p.
2. Daukaev A.A. History and prospects for the development of exploration and research work for oil and gas in the North Caucasus (XIX-XXI centuries). M.: Sputnik, 2018. 224 p.
3. Datskevich A.P. Resorts of Chechnya // Proceedings of the Scientific Society of the Chechen Autonomous Region, № 2, 1930.

4. Jafarov K.I., Jafarov F.K. History of the Grozny oilfields: Textbook. M.: Gasoil press LLC, 2010. 384 p.
5. Ershov G.A., Tonkonogov P.M., Ermolenko A.P. An excellent source. Essays on the oilmen of Checheno-Ingushetia. Grozny: Chechingizdat. 1971. 327 p.
6. Zakharova E.V., Shakhov M.A. History of the industrialization of the North Caucasus (1926-1932. Documents and materials. Grozny, 1971. 564 p.
7. Chechen archive (Collection of materials on the history of the Chechen people). Issue. 3. Grozny: Parnas Publishing House LLC, 2010. 420 p.

АРГУНСКИЙ ЗАКАЗНИК И ЕГО ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ (К 45 ЛЕТИЮ СОЗДАНИЯ)

© Даукаев Арун Абалханович (а), Гапаев Яндарбек Саидбекович (b, c),
Даукаев Аслан Арунович (d)

- (a) Комплексный научно-исследовательский институт им.Х.И.Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; зав.отделом проблем ТЭК, Главный научный сотрудник, доктор геолого-минералогических наук, daykaev@mail.ru
- (b) Комплексный научно-исследовательский институт им.Х.И.Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; научный сотрудник лаборатории биоразнообразия
- (c) Академии наук ЧР, Российская Федерация, г. Грозный; научный сотрудник лаборатории биологии Института природных ресурсов
- (d) Академии наук ЧР, Российская Федерация, г. Грозный; научный сотрудник отдела геологии и минерального сырья Института природных ресурсов

Аннотация. Статья посвящена оценке рекреационного потенциала Аргунского заказника. Даны краткие сведения о гидрографии, геологии, геоморфологии, о флоре и фауне рассматриваемой территории. Акцентируется внимание на Аргунских рекреационных мини-парках, организованных в лесных массивах вдоль долин р. Аргун и других небольших родниковых речек (в районе г. Аргун). Приведены также сведения о памятниках природы, расположенных на территории заказника.

Ключевые слова: Аргунский заказник, флора, фауна, гидрографическая сеть, рекреация, мини-парки, ООПТ.

ARGUN RESERVE AND ITS TOURIST AND RECREATIONAL POTENTIAL (TO THE 45TH ANNIVERSARY OF ITS CREATION)

© Daukaev Arun Abalkhanovich (a), Gapaev Yandarbek Saidbekovich (b, c),
Daukaev Aslan Arunovich (d)

- (a) Kh.I. Ibragimov Complex Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; Head of the Department of Fuel and Energy Complex Problems, Chief Researcher, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, daykaev@mail.ru
- (b) Kh.I. Ibragimov Complex Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; researcher at the Laboratory of Biodiversity
- (c) Academy of Sciences of the Chechen Republic, Russian Federation, Grozny; Researcher, Laboratory of Biology, Institute of Natural Resources

(d) Academy of Sciences of the Chechen Republic, Russian Federation, Grozny; Researcher at the Department of Geology and Mineral Resources of the Institute of Natural Resources

Abstract. The article is devoted to the assessment of the recreational potential of the Argun reserve. Brief information about hydrography, geology, geomorphology, flora and fauna of the territory under consideration is given. Attention is focused on the Argun recreational mini-parks organized in forests along the valleys of the river. Argun and other small spring rivers. Information about specially protected natural areas (PAs) located on the territory of the reserve is also given.

Key words: Argun reserve, flora, fauna, hydrographic network, recreation, mini-parks, protected areas.

Введение. Двадцатый век характеризовался высокими темпами роста населения земного шара, использования природных ресурсов и, соответственно, значительным усилением антропогенного воздействия на окружающую среду. В связи с этим особое значение как научная основа рационального природопользования и охраны живых организмов приобрела экология. В этих условиях в целях восстановления и сохранения экологического равновесия природных ландшафтов во всем мире развернулся процесс формирования широкой сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

В последние десятилетия широкое распространение во многих регионах мира, и в частности, России получил так называемый экологический туризм [2]. Экотуризм относится к группе природно-ориентированных видов туризма, который может реализовываться как внутри, так и вне зоны ООПТ. Данный вид туризма считается одним из самых перспективных способов щадящего природопользования. В настоящее время в разных регионах мира имеется определенный опыт развития экологического туризма в пределах ООПТ, хотя некоторые вопросы посещения туристами отдельных видов ООПТ до конца не решен. Ниже в плане оценки туристско-рекреационного потенциала рассматривается одну из ООПТ Чеченской Республики регионального значения – Аргунский биологический заказник.

Общая характеристика заказника

Государственный биологический заказник «Аргунский» был сформирован в 1977 г. с целью сохранения и восстановления редких и исчезающих видов растений и животных, а также ценных видов в хозяйственном, научном и культурном отношении. Заказник располагается в пределах Грозненского, Гудермесского районов и г. Аргун Чеченской республики в пригородных пойменных лесах рек Сунжа, Аргун и Джалка. Площадь составляет 15000 га в т.ч. 8,7 тыс. га лесных угодий [1,7].

Геолого-геоморфологическая, гидрографическая характеристики и биоразнообразие района

В геоморфологическом плане район заказника охватывает восточную межхребтовую равнинную часть Чеченской республики, частично северные и южные склоны Передовых хребтов. В тектоническом отношении располагается, в основном, в пределах Петропав-

ловской впадины. На территории заказника на поверхность выходят неогеновые и четвертичные отложения, сложенные галечниками, песками, песчаниками, лессовидными суглинками и супесями.

Гидрографическая сеть представлена нижними течениями рек Сунжа, Аргун, Джалка, Гумс, и Черной речкой.

Река Джалка, являющаяся притоком р. Сунжа, берет начало на склоне Черных гор (г. Барзиарлам, высота более 2200 м.), питается грунтовыми водами и поверхностными стоками осадков. Притоки р. Джалка сконцентрированы в верхнем течении (рр. Тенек, Шель-Арки, Хатуни и т.д.). В среднем течении Джалка принимает слева грунтовую реку Шаудон с большим бассейном, а в нижнем течении, справа, родниковый приток Б.Шаудон, не достигающий в настоящее время до Джалки. Питается преимущественно атмосферными осадками, р. Джалка, в случае выпадения их в виде ливней, несет значительные паводки.

Река Гумс берет начало с родников в горах на административной границе между Чеченской Республики и Республики Дагестан к юго-востоку от с. Харачой. В горной части имеет многочисленные небольшие притоки, а в равнинной части более крупные - Мичик и др. Гумс протекает вдоль населённых пунктов Жани-Ведено, Тазен-Кала, Курчали, Гуни, Эникали, Курин-беной, Ялхой-мохк, Бельти, Ахкинчу-Барзой, Джугурты, Майртуп. В 1,5–2 км к востоку от с. Керла-Энгеной в него впадает р. Хулхулау.

По данным отдела водных ресурсов Западного Каспийского бассейнового водного управления по Чеченской Республики р. Гумс в нижнем течении отнесена к категории «загрязнённая» с ИЗВ 2,5–3,4.

Черная речка (устар. Большой Шаудон) протекает по территории Шалинского и Гудермесского районов Чеченской республики. Длина реки составляет 22 км. Начинается восточнее села Мескер-Юрт. Течёт в северном направлении, сначала по открытой местности, затем, в среднем и нижнем течении, через дубово-ясеневый лес [4,8]. Протекает по западной окраине с. Джалка и впадает в р. Сунжа. Ранее впадала в Малый Шаудон.

К представителям *фауны* заказника, занесенным в Красную книгу ЧР относятся: благородный олень, выдра, гигантская вечерница, европейская норка, европейский тювик, полоз; змея; краснозобая казарка, лесной кот, могильник, фазан; орлан-белохвост, пискулька, скопа, слепой крот, филин, чёрный аист, коромысло рыжеватая, когдетка похожий, стрекоза рыжая, карабус кавказский, жук-олень, подорлик большой, кобчик, крот малый, бурый ушан, ночница остроухая, вечерница малая и др. [6].

Флора представлена следующими видами:

алтей армянский, алтей лекарственный, аморфа кустарниковая. бересклет европейский, бузина чёрная, валериана лекарственная, виноград лесной, воробейник пурпурово-фиолетовый, груша кавказская, диоскорея обыкновенная, калина обыкновенная, каприфоль. кизил настоящий, кирказон ломоносовидный, клён светлый, лакрица, ландыш закавказский, лещина обыкновенная, мушмула германская, обвойник греческий, пролеска сибирская, птицемлечник дуговидный, тюльпан Биберштейна, тюльпан Шренка, фиалка, черемша, ятрышник.

Аргунские рекреационные лесные мини-парки и памятники природы в пределах заказника

Администрация Аргунского округа уделяет большое внимание обустройству внутригородских и загородных мест отдыха жителей округа. Особо следует отметить огромная

работа егерской службы г. Аргуна по очистке лесных массивов в северо-восточной части г. Аргун и создания там многочисленных (более 50) мини-парков для отдыха горожан и жителей других населенных пунктов округа. Здесь созданы благоприятные условия для полноценного отдыха (рис. 1). Парки расположились в живописных лесных массивах вдоль русел небольших родниковых речек и речушек (рис. 2). Лесные массивы характеризуются разнообразием деревьев и кустарников: дуб, береза, тополь и др. Встречаются также единичные уникальные экземпляры деревьев с диаметром в основании более 1 м. (рис. 3), а также виды, занесенные в красную книгу (шиповник острозубый, облепиха обыкновенная и др.), сильно сокращенные и нуждающиеся в бережном отношении – лук медвежий (черемша) и др.

В пределах Заказника находятся несколько объектов имеющие статус «Памятник природы», краткое описание которых приводится ниже.

Джалкинское водохранилище(озеро) расположено в Гудермесском районе ЧР в 6 км к западу от города Гудермеса и 2,5 км к северо-востоку от села Джалка, в старице реки Сунжа, площадь – 4 га [7].

В прежние годы длина озера составляла 750—800 м, а глубина достигала 3 м. В 2005 году в результате больших паводков водохранилище было наполовину смыто. Сейчас его длина 400 м, а глубина достигает 2 м.

На южной стороне растёт лес, состоящий главным образом из ясеня, дуба и др.

До 1990-х гг. на берегу водохранилища функционировала база отдыха Министерства мелиорации и водного хозяйства. На северном берегу была роща искусственно посаженной сосны, находившаяся под охраной государства как памятник природы. В начале 2000-х годов, из-за отсутствия мер по укреплению берегов, озеро потеряло до половины своей площади.



Рис. 1. Беседка в лесном парке № 11



Рис 2. Лесной парк № 11

С 2006 года имеет статус особо охраняемой природной территории регионального (республиканского) значения.

Джалкинская роща сосны обыкновенной находится в Гудермесском районе Чечни в 100 м к северу от села Джалка на территории Джалкинского участкового лесничества [5,7]. В 1972 году с целью реконструкции лесонасаждений на площади 2,5 га была произведена посадка сосны обыкновенной.

Джалкинская сосновая роща входит расположен в Гудермесском районе на территории Джалкинского участкового лесничества вдоль трассы Ростов-Баку, в 150 м к югу от с.Джалка и в 50 м к западу от дороги к с.Новый Энгеной [7].



Рис. 3. Береза у родниковой речки

В 1967 г. для восстановления лесонасаждений на площади 12 га были произведены посадки сосны обыкновенной. На 2017 г. посадки сохранились на площади в 10 га. Средняя высота – 15 м, средний диаметр 24-30 см, имеет статус ООПТ регионального значения.

Заключение. Таким образом, территория Аргунского заказника характеризуется значительным разнообразием природных ресурсов и обладает определенным рекреационным потенциалом. Использование ее для развития отдельных видов туризма (познавательного, экологического и др.) и рекреации должно быть экологически оправдано во избежание негативных последствий от хозяйственной деятельности. То есть, организация туристско-рекреационной деятельности в пределах заказника может осуществляться на базе научно-обоснованных подходов с учетом природоохранных функций. В этом плане в качестве положительного примера могут служить, выше описанные «мини-парки» в лесных массивах г. Аргун, а из видов туризма - отдельные разновидности экологического туризма (рыболовный и др.) [3]. Развитие туристско-рекреационной сферы благоприятно отразится на занятости населения, проблему отдыха жителей, и в целом будет способствовать социально-экономическому развитию района исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологические заказники как особо охраняемые природные территории Чеченской Республики / М. Ж. Чатаева, Э. С. Мусаева, Н. С. Батукаев. // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 392-395. URL: <https://moluch.ru/archive/103/24201/> (дата обращения: 19.11.2022).
2. Даукаев А.А., Абумуслимов А.А., Забураева Х.Ш., Даукаев Аслан А., Абумуслимов И.А. Туристско-рекреационная индустрия Чеченской Республики: история и современность // Вестник Академии наук ЧР, №3 (50). С. 22-29
3. Даукаев А.А. Туристические маршруты и путеводитель по Чеченской республике // Вестник КНИИ РАН, № 1. 2020. С. 51-60.
4. Даукаев А.А., Абумуслимов А.А., Даукаев Аслан А., Абумуслимова И.А. Малые реки в юго-восточной части ЧР // Вестник АН ЧР, № 3. 2014 С.
5. Джалкинская роща сосны обыкновенной — Википедия.ru. URL: [wikipedia.org/](https://ru.wikipedia.org/) (дата обращения: 19.11.2022).
6. Красная книга ЧР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Грозный. 2020. 632 с.
7. Природные и историко-архитектурные памятники горной Чечни / И.А. Байраков, Р.А. Идрисова, Л.Ш. Батыжева, Л.А. Мукаева // Историко-культурное и природное наследие народов Юга России: Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Историко-культурное и природное наследие народов Юга: состояние, перспективы сохранения и развития» (г. Грозный, 25-26 июня 2009 г.). Том II. Грозный, 2009. С. 52-56.
8. Уникальные гидрологические объекты ЧР и их рекреационный потенциал / А.А. Даукаев Асл. А., Даукаев, И.А. Абумуслимова, С-Э.М. Джабраилов // Вестник АН ЧР, № 3(28). 2015. С. 96-102.

REFERENCES

1. Biological sanctuaries as specially protected natural territories of the Chechen Republic / M. Zh. Chataeva, E. S. Musaeva, N. S. Batukaev. -// Young scientist. 2015. № 23 (103). pp. 392-395. URL: <https://moluch.ru/archive/103/24201/> / (accessed:11.19.2022).
2. Daukaev A.A., Abumuslimov A.A., Zaburaeva H.Sh., Daukaev Aslan A., Abumuslimovi.A. Tourist and recreational industry of the Chechen Republic: history and modernity // Bulletin of the Academy of Sciences of the Czech Republic, № 3 (50). Pp. 22-29.
3. Daukaev A.A. Tourist routes and a guide to the Chechen Republic // Bulletin of the Research Institute of the Russian Academy of Sciences, № 1. 2020. Pp. 51-60.
4. Daukaev A.A., Abumuslimov A.A., Daukaev Aslan A., Abumuslimova I.A. Small rivers in the south-eastern part of the Czech Republic // Bulletin of the Academy of Sciences of the Czech Republic, № 3. 2014 p.
5. Jalkin grove of scots pine — Wikipedia.ru.URL: [wikipedia.org](https://ru.wikipedia.org/) / (accessed: 19.11.2022).
6. Red Book of the Czech Republic. Rare and endangered species of plants and animals. Terrible. 2020. 632 p.
7. Natural and historical-architectural monuments of mountainous Chechnya / I.A. Bayrakov, R.A. Idrisova, L.S. Batyzheva, L.A. Mukaeva // Historical, cultural and natural heritage of the peoples of the South of Russia: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference "Historical, cultural and natural heritage of the peoples of the South: status, prospects for preservation and development" (Grozny, June 25-26, 2009). Volume II. Grozny, 2009. Pp. 52-56.
8. Unique hydrological objects of the Czech Republic and their recreational potential / A.A. Daukaev, Asl. A., Daukaev, I.A. Abumuslimova, S.-E.M. Dzhabrailov // Bulletin of the Academy of Sciences of the Czech Republic, № 3(28). 2015. Pp. 96-102.

УДК 614.0.06

DOI: 10.34824/VKNIRAN.2022.11.3.004

АНАЛИЗ ПРИЧИН НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ И АВАРИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ И РЕСТАВРАЦИОННЫХ РАБОТ

© Батаева Петимат Денаевна (а), Батаева Хава Маршаниевна (а),
Батаев Магомед Денаевич (б), Джабраилова Малика Ахмедовна (б)

(а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; bataeva_ggntu@mail.ru

(б) Медицинский институт «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», Российская Федерация, г. Грозный

Аннотация. Из-за отсутствия научных методик, уровень безопасности такелажных работ при выборе рациональных способов монтажа и демонтажа конструкций не учитывается. Традиционные методы анализа безопасности неприемлемы, так как они не дают количественную оценку. Исследованиями доказано, что деятельность человека-оператора в системе «ремонтник-реставратор-площадка-технология-среда» РРПТС значительно сложнее, чем его обычная производственная деятельность вне системы. Поэтому направление изучения деятельности человека в системе РРПТС с целью выявления зарождения, формирования и проявления сбоев и ошибок, ведущих к несчастным случаям и авариям, и совершенствования технологий и техники при производстве ремонтно-восстановительных и реставрационных работ особенно актуально. Здесь необходимы комплексные исследования, в основе которых лежит эргономический метод.

Ключевые слова: несчастный случай, аварии, монтаж, демонтаж, стесненные условия, эргономический метод.

ANALYSIS OF THE CAUSES OF ACCIDENTS AND ACCIDENTS DURING REPAIR AND RESTORATION WORKS

© Bataeva Petimat Denaevna (a), Bataeva Khava Marshanievna (a),
Bataev Magomed Denaevich (b), Dzhabrailova Malika Akhmedovna (b)

(a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; bataeva_ggntu@mail.ru

(b) Medical Institute «Chechen State University. A.A. Kadyrov», Russian Federation, Grozny

Abstract. Due to the lack of scientific methods, the level of safety of rigging operations is not taken into account when choosing rational methods for mounting and dismantling structures.

Traditional methods of safety analysis are unacceptable, as they do not give a quantitative assessment. Studies have shown that the activity of a human operator in the system "repairer-restorer-site-technology-environment" RRPTS is much more complicated than his usual production activities outside the system. Therefore, the direction of studying human activity in the RRPTS system in order to identify the origin, formation and manifestation of failures and errors leading to accidents and accidents, and the improvement of technologies and equipment in the production of repair and restoration works is especially important. Here, complex studies are needed, based on the ergonomic method.

Key words: accident, accidents, installation, dismantling, cramped conditions, ergonomic method.

Известно, что статистические данные являются доказательными в том случае, если они достоверны. Степень достоверности выводов зависит от объема информации, в данном случае – от количества несчастных случаев и аварий, принятого для анализа. Для получения объективных данных необходимо определить объем выборки из генеральной совокупности. Однако исследование несчастных случаев и аварий является пассивным экспериментом, в котором исследователь является пассивным наблюдателем. По этой причине при анализе производственных несчастных случаев и аварий представляется целесообразным не определение объема выборки, а оценка точности анализа при определенном объеме статистических данных.

Численность выборки обычно определяется с помощью формулы математической статистики:

$$n = \frac{0,25 \cdot D^2 \cdot N}{N \cdot \Delta^2 + 0,25} \quad (1)$$

где n – численность выборки;

N – генеральная совокупность;

Δ – предельная ошибка выборки, принимаем $\Delta = 0,1$;

D – показатель достоверности.

Из (1) получаем выражение определения показателя достоверности:

$$D = 2 \cdot \Delta \cdot \sqrt{\frac{N \cdot n}{N - n}} \quad (2)$$

Для статистических данных по несчастным случаям $\Delta = 0,1$, $N = 1500$, $n = 300$. Подставляя эти значения в формулу (2), получим $D = 3,87$.

По таблице интегральной функции Лапласа находим вероятность результата $\Phi(D) = 0,999$.

Итак, с вероятностью $\Phi(D) = 0,999$ статистические данные по травмам являются достоверными.

Для статистического материала по авариям $\Delta = 0,1$, $N = 80$, $n = 17$. Поставив эти значения в формулу (1), получим $D = 0,93$. По таблице функции Лапласа $\Phi(D) = 0,99$ – статистические данные по авариям достоверны.

Эргономические исследования показывают, что, несмотря на очевидное различие в составе и структуре труда рабочих различных профессий, в функциональном отношении все виды операторской деятельности содержат много однозначных компонентов физической, психофизиологической деятельности. Отсюда следует, что большое количество профессий рабочих механомонтажного профиля можно объединить в 15-20 групп комплексной операторской деятельности. Каждая группа в отдельности будет включать несколько профессий с примерно одинаковым функциональным содержанием [3].

Из распределения несчастных случаев по наиболее характерным видам операторской деятельности (таблица 1) видно, что наиболее опасными видами работ являются монтаж и демонтаж технологического оборудования и металлоконструкций.

Разный уровень несчастных случаев и травматизма операторов, выполняющих различные по сложности производственные функции, вызван разной сложностью выполняемых функций, квалификации объемно-пространственной производственной среды и различием в человеческом факторе.

Результаты анализа данных о травматизме показали, что значительное число несчастных случаев происходит при работе в стесненных условиях, а также в условиях действующего производства (таблица 2).

К числу основных причин дисфункционирования системы «ремонтник-реставратор-площадка-технология-среда» (РРПТС) как показали исследования, можно отнести сбои, отказы и деформации в психофизиологической сфере деятельности человека-оператора [6,7]. Следовательно, большое значение приобретает учет профессионально важных свойств и критериев, на основе которых разрабатываются новые профессии, производятся профотбор, профориентация, профобучение и тренаж [1].

Таблица 2.1

Распределение производственных несчастных случаев по видам работ

Виды работ	Удельный вес количества несчастных случаев в %
Монтаж технологического оборудования	18,6
Демонтаж технологического оборудования	10,4
Монтаж металлоконструкций	14,5
Демонтаж металлоконструкций	7,0
Монтаж и демонтаж технологических трубопроводов	5,8
Монтаж и демонтаж такелажного оборудования	4,4
Изоляционные работы	4,0
Сварочные работы	6,5
Взрывные работы	4,8
Электромонтажные работы	7,7
Общестроительные работы	3,0
Прочие виды работ	13,3
ИТОГО:	100%

Таблица 2

Распределение производственных несчастных случаев по факторам, влияющим на создание травмоопасной ситуации

Факторы, влияющие на создание травмоопасной ситуации	Удельный вес количества несчастных случаев в %
Рассогласованность действий работающих	18,3
Стесненность монтажно-строительной площадки	15,0
Работа вблизи действующего оборудования	11,5
Работа на высоте на плоских подмостях	13,6
Работа с применением больших физических усилий	12,5
Работа по строповке и раскреповке на высоте	5,3
Работа при неудовлетворительных метеоусловиях (дождь, снег, туман, пониженная температура воздуха)	3,0
Прочие условия	10,8
ИТОГО:	100%

Таким образом, полученные результаты исследования позволяют сделать вывод о необходимости учета эргономических показателей при разработке направлений совершенствования методов и средств монтажа и демонтажа технологического оборудования в условиях стесненности и труднодоступности, а также при проведении профилактической работы по борьбе с несчастными случаями.

Отсюда усредненное значение предполагаемого годового экономического эффекта по приведенным затратам равно 25-35 млн. руб., по трудозатратам – 16,0-18,0 тыс.чел.-дн., по продолжительности работ – 2,5-3,5 тыс. дней.

В случае аварии при падении хотя бы одного тяжеловесного аппарата во время монтажа (демонтажа) минимальный размер материального убытка составляет в среднем 150-200 тысяч рублей.

Следовательно, разработка методики количественной оценки уровня безопасности способов монтажа и демонтажа конструкций в стесненных условиях на труднодоступных площадках является актуальной задачей и имеет важное народно-хозяйственное значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батаева П.Д. Обоснование применения методики системно-структурного анализа к исследованию процессов монтажа и демонтажа средств доступа к реставрируемым конструкциям / С.Г. Шеина, Д.К-С. Батаев, Р.А. Берсанов, А.Д. Батаев // Вестник Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук 2021. № 5. С. 70-75.
2. Газаров Р.А. Безопасность монтажных и изоляционных работ при реконструкции и ремонте вертикальных аппаратов колонного типа: Дисс.канд. техн. наук. М., 1983. 230 с.
3. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978. 399 с.
4. Шкинев А. Н. Аварии в строительстве. – 4-е издание, переработанное и дополненное М.: Стройиздат, 1984. 320 с.
5. Кравец В.А. Метод «дерева отказов» в анализе безопасности систем нефтяной и газовой промышленности. Научно-технический обзор. Серия: проектирование и строительство трубопроводов и газонефтепромысловых сооружений. Информнефтегазстрой. М., 1980. 38 с.
6. Кравец В.А. Системный анализ безопасности в нефтяной и газовой промышленности. М.: Недра, 1984. 117 с.
7. Кравец В.А., Финенко А.П. Построение модели «дерева отказов» // Автоматизация и телемеханизация нефтяной промышленности. М., 1980. № 2.
8. Кузьменко И.И. Эргономика в строительстве. Киев: Будивельник, 1974. 182 с.
9. Леонтьев Н.Л. Техника статистических вычислений // Лесная промышленность. 1966. № 3. С. 10-15.
10. Панов Г.Е. Эргономика в нефтяной промышленности. М.: Недра 1979. 245 с.
11. Харас З.Б. Подъем и перемещение грузов / В.М. Федоров, Э.Н. Исаков, Д.Л. Ярошевская. Под ред. З.Б. Хараса. М.: Стройиздат, 1987. 320 с.
12. Горшков С.И. Производственная эргономика / Под. Ред. М.: Медицина, 1979. 312 с.
13. Таири А. Ошибки оператора в функциональной деятельности // Безопасность труда в промышленности. 1986. № 12. 14 с.

14. Панов Г.Е. Экологические исследования при прокладке магистральных трубопроводов / В.В. Богданов, Д.К.-С. Батаев, Абаша Хассен // Строительство трубопроводов. 1987. № 6. С.37-38.
15. Боброва-Голикова Л.П. Эргономика и безопасность труда / О.М. Мальцева, Н.А. Коханова, А.Н. Строкина // М.: Машиностроение, 1985. 112 с.

REFERENCES

1. Bataeva P.D. Substantiation of the application of the methodology of system-structural analysis to the study of the processes of installation and dismantling of means of access to restored structures / S.G. Sheina, D.K.-S. Bataev, R.A. Bersanov, A.D. Bataev // Bulletin of the Complex Research Institute. H.I. Ibragimov of the Russian Academy of Sciences 2021. № 5. Pp. 70-75.
2. Gazarov R.A. Safety of installation and insulation works during the reconstruction and repair of vertical column-type apparatuses: Diss. tech. Sciences. M., 1983. 230 p.
3. Buslenko N.P. Modeling of complex systems. M.: Nauka, 1978. 399 p.
4. Shkinev A. N. Accidents in construction. 4th edition, revised and supplemented by M.: Stroyizdat, 1984. 320 p.
5. Kravets V.A. Fault tree method in safety analysis of oil and gas industry systems. Scientific and technical review. Series: design and construction of pipelines and oil and gas facilities. Informneftegazstroy. M., 1980. 38 p.
6. Kravets V.A. System analysis of safety in the oil and gas industry. M.: Nedra, 1984. 117 p.
7. Kravets V.A., Finenko A.P. Building a “fault tree” model // Automation and Telemechanization of the Oil Industry. M., 1980. № 2.
9. Kuzmenko I.I. Ergonomics in construction. Kyiv: Budivelnik, 1974. 182 p.
10. Leontiev N.L. Technique of statistical calculations // Forest industry. 1966. № 3. Pp. 10-15.
11. Panov G.E. Ergonomics in the oil industry. M.: Nedra 1979. 245 p.
12. Kharas Z.B. Lifting and moving cargo / V.M. Fedorov, E.N. Isakov, D.L. Yaroshevskaya. Ed. Z.B. Haras. Moscow: Stroyizdat, 1987. 320 p.
13. Gorshkov S.I. Industrial ergonomics / Under. Ed. Moscow: Medicine, 1979. 312 p.
14. Tairi A. Errors of the operator in functional activity // Labor safety in industry. 1986. № 12. 14 p.
15. Panov G.E. Environmental studies during the laying of main pipelines / V.V. Bogdanov, D.K.-S. Bataev, Abasha Khassen // Construction of pipelines. 1987. № 6. Pp.37-38.
16. Bobrova-Golikova L.P. Ergonomics and labor safety / O.M. Maltseva, N.A. Kokhanova, A.N. Strokina // М.: Mashinostroenie, 1985. 112 p.

РЕАКТ, ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

© Гишлакаев Сайфулла Умарович (а), Джангаров Ахмед Идрисович (b)

(а) Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Российская Федерация, г. Грозный; студент 3 курса Института математики, физики и информационных технологий, sgishlakaev@mail.ru

(b) Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Российская Федерация, г. Грозный; ассистент кафедры программирования и инфокоммуникационных технологий, dzhangarov1995@gmail.com

Аннотация. С react можно создавать пользовательские интерфейсы быстрее чем на обычном javascript. React – Фреймворк на языке javascript. Позволяет ускорить и снизить стоимость разработки приложений. Можно писать приложение на чистом javascript без никаких библиотек, создавая каждый метод и класс самостоятельно, но зачем изобретать велосипед заново, когда уже есть легкий в обращении готовый Фреймворк с открытым исходным кодом.

Ключевые слова: веб, JavaScript, программирование, код, фреймворк, фронт-энд, React.

REACT, HISTORY AND MODERN APPLICATION

© Gishlakaev Sayfulla Umarovich (a), Dzhangirov Ahmed Idrisovich(b)

(a) Chechen State University A.A. Kadyrov, Russian Federation, Grozny; 3 nd year student, Institute of Mathematics, Physics and Information Technology, sgishlakaev@mail.ru

(b) Chechen State University A.A. Kadyrov, Russian Federation, Grozny; assistant of the Department of Programming and Infocommunication Technologies, dzhangarov1995@gmail.com

Abstract. With react, you can create user interfaces faster than with regular javascript. React is a javascript framework. Allows you to speed up and reduce the cost of application development. You can write an application in pure javascript without any libraries, creating each method and class yourself, but why reinvent the wheel when there is already an easy-to-use ready-made open source framework.

Key words: web, JavaScript, programming, code, framework, front-end, React.

Создание интерактивных интерфейсов теперь безболезненно как сообщает нам официальный сайт <https://reactjs.org/>. И это правда, так как при работе с этой библиотекой ты сможешь проектировать интерфейсы отвечающим современным стандартам, и требованиям заказчиков. React поддерживается и по сей день.

React – элементы осуществляют способ `render ()`, который принимает входные данные и отдает что-нибудь для итога. В этой модели применяется XML – схожий синтаксис так называемый JSX. Входные данные, представляемые в составляющую, есть в `render ()` через `this. props`. React был создан, чтобы можно было пользоваться его фишки, который нужны в данный момент.

React используется для создания интерфейсов и приложений либо веб приложений, его используют также для мобильных приложений. В React есть система компонентов где отдельные участки кода, или HTML разметки можно подключить через отдельный документ JavaScript. Так как язык программирование, используемый для разработки приложений – это javascript, то можно передать структуры кода в разные части программы, и передавать вне документа DOM.

В React можно входить постепенно, есть также песочницы для обучения проектированию на простых примерах, которые усложняются в ходе завершения заданий. Есть удобные онлайн – песочницы. Для начала работы на React можно использовать обычный HTML документ, добавляя в него JavaScript и сохраняя семантику JSX, то при открытии этого файла, ваш браузер, начнет преобразовывать код в обычный JavaScript без надстроек JSX, только этот процесс происходит долго. Но такой метод подойдет при обучении, когда создаёте небольшие проекты. Как говорил middle front end разработчик SimpleCod, React – это как HTML на стероидах, так как семантика при встройке в HTML JavaScript не надо писать теги, которые показывают, что в дальнейшем пойдет код js, тег `<Script>`. В React можно сразу указывать код в фигурных скобках. И так же писать сразу в тегах код Js передавая его в видео объектов.

Обычно в создании простых страниц используют, HTML файл со вставками JavaScript в виде тегов, но в создании больших и комплексный приложений нужно использовать дополнительные инструменты, которые упрощают вставку и разделение по компонентам JavaScript кода. Одним из таких инструментов и есть React. React в своё время захватил весь фронт энд, себе подобными библиотеками, Vue.js, Svelte, отличительной чертой этой троицы заключается в методе разработки, где описывается уже готовый результат, и стараются его исполнить. На момент релиза Reacta, в мире была популярна другая модель, а именно модель где описывают все отдельные шаги, в ходе которого выполняется конечный результат. Работодателям стало понятно, что метод описания сразу конечной цели наилучшими способом подходит для разработки интерфейсов. Такой метод разработки называется декларативным.

React популярен в наши дни и превосходит другие Фреймворки благодаря некоторым следующим причинам:

- Легко создавать и изменять в ходе разработки динамические приложения, react делает работу над созданием приложений, а в частности интерфейсов под них намного легче – значит и дешевле в сравнении с другими аналогами, или в отличии от чистого JavaScript на котором разработка становится муторной и долгой, и в короткие сроки количество кода резко возрастает.

- Быстрота и скорость работы, так как браузер может легко воспроизвести DOM документ.

- React компоненты которые можно использовать много раз в ходе программирования, обычные приложения состоят из множества таких компонентов, они имеют свою верстку HTML и свою логику Javascript, которые между собой взаимодействуя создают новый и быстрый язык JSX.

- Так же можно выделить однонаправленный поток данных, при разработке программисты наследуют дочерние компоненты и вкладывают их в родительские. Это сильно облегчает поиск ошибок в коде и отладку приложения, так как поток однонаправленный и при поиске ошибок можно исправить ошибки один за одним, не путаясь между потоками. Когда работаешь с дебагом в однонаправленном потоке легче видеть каждый шаг по отдельности работу каждой функции все как на ладони.

- React лёгок в обучение, сроки овладения низки по сравнению с аналогичными библиотеками. В нем содержится обычный HTML с некоторыми облегчающими фишками, которые дополняют и облегчают программирование.

- React используется как для ВЭБ разработки, так и для мобильной. React в своих кругах известен своей фронтэнд базой. Через React native, который почти такой же как React, позволяет в лёгкости и с удобством разрабатывать мобильные приложения.

- Facebook выпустил специализированные инструменты для отладки программы написанной на React, что в свою очередь сильно облегчило работу на этой библиотеке. Инструмент отладки находится в базовой комплектации Chrome и доступен любому желающему. Chrome и так известен своими хорошими инструментами для разработчиков, и Facebook дополнил Chrome ещё один.

В React удобно реализована система ключей, которая помогает при редактировании компонентов JSX кода, который может быть сохранен в разных папках. Система ключей упрощает работу с компонентами которых редактируют, добавляют, удаляют. Ключи в настоящей разработке хорошо распространены, и имеют важное значение, для упрощения поиска и идентификации компонентов.

Разработчиками, которые реально работают на реакт отмечают следующие особенности работы, которые облегчают или как-либо образом улучшают разработку тестирование и работу программы, написанной на React:

- в React есть удобная реализация документа DOM, реализация которого отличается от обычного документа DOM тем, что React использует более быстрый аналог, являющийся виртуальным, такой документ не нагружает нативную систему сильно и грамотно работает с памятью, распределением ресурсов и мощностей компьютера. Быстрота работы объясняется тем, что виртуальный документ DOM – это такой же обычный DOM документ, только облегченный. Если вы хотите в реальном DOM документе поменять как-то модифицировать, отредактировать компонент либо часть кода, при этом обновляется весь документ DOM, что в свою очередь не целесообразно и не помогает производительности. А в виртуальном DOM реализована технология, которая позволяет обновлять только ту часть компонента, которая была изменена, не трогая весь документ в целом.

- возможность создавать разные интересные интерфейсы, которые могут отличаться друг от друга разительно, прям как снежинки, не находя аналогов похожих друг на друга.

С инструментами этой библиотеки творческий человек может разгуляться и воспроизвести любую фантазию из своей головы.

- Удобная реализация поискового процесса, который работает быстрее и легче, не нагружая систему.

- React упрощает программирование еще одним подходом к разработке, компоненты React и модульность большого приложения позволяет разным разработчикам из команды лучше понимать друг друга и при написании кода. Так как из-за системы модулей код не нагромождается и однотипные малозначимые или даже не малозначимые, но переиспользуемые участки кода с легкостью могут быть перенесены в отдельные компоненты. Что позволяет программистам, которые будут искать ошибки или баги в системе работать более оперативно и быстрее, что в свою очередь снижает стоимость дальнейшей разработки и улучшения программы, так как код становится более читабельным.

- React позволяет использовать непохожие на друг друга и разные по своей сущности архитектуры.

- Среда для разработки в React отзывчивая и настраивается очень быстро, в короткие сроки.

- Разработка становится более производительнее, быстрее, менее затратной в человеческом и техническом эквиваленте.

- Из-за виртуального документа DOM рендеринг вэб страницы происходит оперативно.

- Широко используемая опция React – это возможность написания скрипта под мобильные устройства, с широким функционалом, не теряя скорости рендеринга.

- В том, что React будет обновляться и поддерживаться ещё многие годы не стоит сомневаться, так на нем пишут много разработчиков, и продвижением занимаются крупные и мировые компании.

Отдельно стоит затронуть лаконичную интеграцию HTML прямо в JavaScript.

Например:

```
const worf = 'Cheshu';
```

```
const say = <h2>Say, {Cheshu}</h2>;
```

Выше приведенный пример, показывает простоту интеграции HTML документа в скрипт, можно комбинировать код очень многими способами, можно передавать в виде константы, либо переменной HTML код прямо через обычное присваивание, и далее в обычном HTML использовать константу, которая была объявлена выше.

React и по наши дни остается одним из монополистов в фронтэнд сфере, позволяя легко и просто разрабатывать разные интерфейсы, который с рынка уходит не собираются по прогнозам еще как минимум лет 10.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фримен Э., Робсон Э. Изучаем программирование на JavaScript. 2018 г.
2. Кристиан У. JavaScript. Карманный справочник. 2007 г.

3. Шолле Ф., Нильсон Э., Байлесчи С. JavaScript для глубокого обучения: TensorFlow.js. 2021 г.
4. Рыбаков Е. JavaScript и Node.js для Web-разработчиков. 2022 г.
5. Черный Б. Профессиональный TypeScript. Разработка масштабируемых JavaScript-приложений. 2021 г.

REFERENCES

1. Freeman E., Robson E. Learning JavaScript programming. 2018.
2. Christian W. JavaScript. Pocket guide. 2007.
3. F. Chollet, E. Nielson, and S. Baileschi. JavaScript for Deep Learning: TensorFlow.js. 2021.
4. Rybakov E. JavaScript and Node.js for Web developers. 2022.
5. Black B. Professional TypeScript. Development of scalable JavaScript applications. 2021.

ОБНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛА JAVASCRIPT ЧЕРЕЗ ECMASCRIPT 6

© Гишлаков Сайфулла Умарович (а), Джангаров Ахмед Идрисович (б)

(а) Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Российская Федерация, г. Грозный; студент 3 курса Института математики, физики и информационных технологий, sgishlakaev@mail.ru

(б) Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Российская Федерация, г. Грозный; ассистент кафедры программирования и инфокоммуникационных технологий, dzhangarov1995@gmail.com

Аннотация. ECMAScript 6 – это стандарт который определяет каким будет язык JavaScript, язык общего назначения ECMAScript имеет свои баги и недочеты, но обновления происходят регулярно, и язык улучается. Это обновление имеет глобальный характер для скриптовых языков, так как привнесло очень много полезных вещей, от синтаксического сахара до изменений в методах и логике.

Ключевые слова: веб, JavaScript, ECMAScript, ES6, баги, ошибки, обновления, фронт-энд.

UPDATING JAVASCRIPT FUNCTIONALITY VIA ECMASCRIPT 6

© Gishlakaev Sayfulla Umarovich (a), Dzhangirov Ahmed Idrisovich (b)

(a) Chechen State University A.A. Kadyrov, Russian Federation, Grozny; 3rd year student of the Institute of Mathematics, Physics and Information Technologies, sgishlakaev@mail.ru

(b) A.A. Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russian Federation; Assistant of the Department of Programming and Infocommunication Technologies, dzhangarov1995@gmail.com

Abstract. ECMAScript 6 is a standard that defines what the JavaScript language will be, the general-purpose ECMAScript language has its own bugs and shortcomings, but updates occur regularly, and the language is being improved. This update is global in nature for scripting languages, as it has brought a lot of useful things, from syntactic sugar to changes in methods and logic.

Key words: web, JavaScript, ECMAScript, ES6, bugs, errors, updates, frontend.

ECMAScript 6 на данный момент не последняя версия, она выпущена 2015 года, на данный момент последняя версия – это 13 версия, выпущенная в июне 2022 года. Версии с

7 по 13 почти одинаковы и мало чем отличаются, в данной статье мы рассмотрим изменения именно в ECMAScript 6. Версия 6 разрабатывалась около 10 лет, за этот большой срок разработки язык был сильно изменен, добавлено громадное количество новых функций. Так как срок перехода с 5 версии на 6 был огромен, ECMAScript 6 – считается самой важной обновой языка. Чтобы понять на сколько увеличили функционал языка стоит обратить внимание на объём документа спецификации языка, который увеличился примерно в 3 раза.

Начнем рассмотрение со стрелочных функций, это обновление сильно сократило код и повысило читаемость кода.

Например, есть стандартная функция с ES5.

```
const name = function myfunc() {  
  console.log("Hello from myfunc");  
};
```

Она в стандарте ECMAScript 6 имеет вышенаписанный вид, это можно сократить до

```
const myFunc = () => {  
  console.log("Hello from myFunc");  
}
```

можно убрать ключевое слово `function` как мы видим, но также можно пойти и дальше в сокращении.

Если тело функции состоит из одной строки, можно опустить фигурные скобки:

```
const myFunc = () => console.log("Hello from myFunc");
```

Если у нас нету параметра можно убрать круглые скобки:

```
const myFunc = console.log("Hello from myFunc")
```

Благодаря этим сокращениям код становится лаконичным.

Не смотря на эти незначительные изменения, функции работают одинаково.

ECMAScript 6 добавил возможность разграничения областей в работе с классами, а именно добавила ключевое слово `this`. В JavaScript ключевое слово `this` помогает обратиться к текущему полю в классе при передаче его через методы различные:

- при передаче через базовый метод класса, который объявляется при инициализации каждого экземпляра класса – через конструктор.
- при передаче через метод `set`.

Ключевое слово `this` может иметь различные ссылочные значения при определенных обстоятельствах:

- внутри метода при вызове `this`, обращение идет к объекту от которого вызван метод.
- в публичном поле, ключевое слово `this` не ссылается к конкретному отдельному объекту, а ссылается к публичному объекту.
- привязанность `this` к определенному объекту можно изменить через такие методы как `call()` и `apply()`.

Одним из немаловажных добавлений можно считать способы выделения памяти под переменные, функции. В ES6 добавили обновленные способы создания переменной `let` и константу `const`. Между ними есть разница, например, если разница между `var let` и `const` очевидна, она заключается в том, что `const` нельзя переопределить, его значение указывается в момент инициализации константы.

```
const value = 3; // это значение больше нельзя менять
value = 4; // это вызовет ошибку
```

Отличие между `let` и `var` трудно заметить на первый взгляд. Различия заключаются в том, что `var` – это старый способ инициализировать переменную, в то время как `let` пришел с ES6. `Let` решил проблему видимости областей.

Например, создадим переменную внутри функции и попытаемся обратиться к ней за пределами этой функции, все это будет с помощью `var`;

```
function someFunc () {
  var value = new value()
  return value
}

someFunc ()
console.log(value) // вызовет ошибку
```

Мы видим, что пока что все работает отлично так, как и должно. Так и должно быть разграничение на локальные и глобальные переменные. Но все начинает ломаться в более сложных примерах.

Более сложный пример будет заключаться в том, что мы возьмем два массива с ценами `prs` и со скидками `skidk` и вернем общий массив где будут учитываться скидки.

```
function skidkprs (prs, skidk) {
  var skidked = []
  for (var i = 0; i < prs.length; i++) {
    var skidkedprs = prs [i] * (1 - skidk)
    var finalprs = Math.round(skidkedprs * 100) / 100
    skidked.push(finalprs)
  }
  return skidked
}
```

Код в целом понятный и очевидный, но обратите внимание на переменные которые объявлены внутри цикла, а именно на: `var skidkedprs`; `var finalprs` и на переменную которая в качестве счётчика `var i`, в других языках программирования эти переменные не должны были бы быть доступны за пределами цикла, но если их объявлять с помощью `var` то они получают доступными.

```
function skidkaPrs (prs, skidka) {
  var skidkaed = []
  for (var i = 0; i < prs.length; i++) {
    var skidkaedPrs = prs[i] * (1 - skidka)
    var finalPrs = Math.round(skidkaedPrs * 100) / 100
    skidkaed.push(finalPrs)
  }
  console.log(i)
  console.log(skidkaedPrs)
  console.log(finalPrs)
  return skidkaed
}
```

Этот код на удивление скомпилируется и не вызовет никаких ошибок, несмотря на то, что в нем вызываются переменные, которые по сути являются локальными. Ниже мы видим, что через консоль вызвали локальные переменные, и они отобразятся на *консоли* если вызвать эту функцию с параметрами.

В других языках это вызвало бы ошибку, но тут все выведется на экран.

У нас нет нужды иметь доступ к переменным `var skidkaedPrs`; `var finalPrs`; `var i`, так как они находятся внутри цикла и нигде больше не используются. Имея к ним доступ, мы можем усложнить код для других читателей нашего кода, особенно это проблема прослеживается в командной разработке, где пытаются код сделать максимально понятным и лаконичным. Наличие доступа может мешать и вам самим, когда в списке переменных будут высказывать ненужные переменные из циклов.

Мы выяснили на примерах, что у переменной, инициализированной через устаревшей способ `Var` доступ функциональный, в зависимости от функций, то есть внутри функций либо же методов. А вот современный метод `let` лишен этих недостатков, так как его область видимости заключается в фигурных скобках, то есть между `{}`.

Например, код который работал раньше с `var` перепишем на `let`:

```
function skidkaPrs (prs, skidka) {

  let skidkaed = []

  for (let i = 0; i < prs. length; i++) {
    let skidkaedPrs = prs[i] * (1 - skidka)
    let finalPrs = Math.round(skidkaedPrs * 100) / 100
    skidkaed. push (finalPrs)
  }

  console.log(i) // будет ошибка
  console.log(skidkaedPrs) // будет ошибка
  console.log(finalPrs) // будет ошибка
```

```
return skidkaed
}
skidkaPrs ([1034, 3245, 532], .3) // будет ошибка
```

Тут уже интуитивно понятно, почему ошибка, потому что при вызове `console.log` будет ошибка, так как нельзя обращаться к локальным переменным.

В ES6 есть множество изменений, о которых не упомянуть в одной статье, это и классы, и промисы, и конструкторы, и ещё много чего.

Несмотря на то, что ECMAScript три программисты, считают забалованным и не подходящим для нормальной строгой разработки, он все-таки дополняется и изменяется с каждым годом, так как его поддержка продолжается. В настоящее время уже исправлены множество ошибок и проблем языка, его можно использовать самостоятельно для некоторых проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николас З. ECMAScript 6 для разработчиков. 2017 г.
2. Прасти Н. Введение в ECMAScript 6. 2016 г.
3. Марейн Х. Выразительный JavaScript. Современное веб-программирование. 3-е издание. 2020 г.
4. Рыбаков Е. JavaScript и Node.js для Web-разработчиков. 2022 г.
5. Черный Б. Профессиональный TypeScript. Разработка масштабируемых JavaScript-приложений. 2021 г.

REFERENCES

1. Nicholas Z. ECMAScript 6 for developers. 2017
2. Prasty N. Introduction to ECMAScript 6. 2016
3. Maraine H. Expressive JavaScript. Modern web programming. 3rd edition. 2020
4. Rybakov E. JavaScript and Node.js for Web developers. 2022
5. Black B. Professional TypeScript. Development of scalable JavaScript applications. 2021

ТЕХНОЛОГИЯ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ПОСЛЕ СНОСА ЗДАНИЙ

© Макарычев Константин Владимирович (а), Мартынов Кирилл Александрович (b), Тарасова Ксения Геннадьевна (с)

- (а) Воронежский государственный технический университет, Российская Федерация, г. Грозный; старший преподаватель кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова
- (b) Воронежский государственный технический университет, Российская Федерация, г. Грозный; магистрант кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова.
- (с) Воронежский государственный технический университет, Российская Федерация, г. Грозный; магистрант кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова.

Аннотация. При изготовлении материалов, используемых при строительстве зданий и сооружений, большое количество загрязнений, а именно углекислый газ, выбрасываются в атмосферу, что вредит экологии нашей планеты. Одним из способов избежать выбросов углекислого газа – это повторное использование материалов и строительных конструкций после сноса зданий и сооружений. Такой подход может улучшить не только ситуацию с экологией, но и снизить экономические затраты на реализации строительных проектов и строительстве малоэтажных зданий.

Ключевые слова: свалки ТБО, рациональное строительство, выбросы углекислого газа, демонтаж зданий, строительные материалы, повторное применение строительных материалов, обрушение, поэлементная разборка.

TECHNOLOGY OF REUSE OF BUILDING MATERIALS, PRODUCTS AND STRUCTURES AFTER BUILDING DEMAND

© Makarychev Konstantin Vladimirovich (a), Martynov Kirill Alexandrovich (b), Tarasova Ksenia Gennadievna (c)

- (a) Voronezh State Technical University, Russian Federation, Grozny; Senior Lecturer of the Department of Building Structures, Foundations and Foundations named after Professor Yu.M. Borisova.
- (b) Voronezh State Technical University, Russian Federation, Grozny; master student of the department of building structures, bases and foundations named after professor Yu.M. Borisova.
- (c) Voronezh State Technical University, Russian Federation, Grozny; master student of the department of building structures, bases and foundations named after professor Yu.M. Borisova.

Abstract. In the manufacture of materials used in the construction of buildings and structures, a large amount of pollution, namely carbon dioxide, is released into the atmosphere, which harms the ecology of our planet. One way to avoid carbon emissions is to reuse materials and building structures after the demolition of buildings and structures. Such an approach can improve not only the environmental situation, but also reduce the economic costs of implementing construction projects and constructing low-rise buildings.

Key words: solid waste landfills, rational construction, carbon dioxide emissions, dismantling of buildings, building materials, reuse of building materials, collapse, elemental dismantling.

Введение. В настоящее время во всем мире существует большая экологическая проблема – глобальное потепление, которое зависит от выбросов углекислого газа в атмосферу земли. По статистике, до 1/3 всех выбросов приходится на строительную отрасль, кроме этого, количество строительного мусора на свалках твердых бытовых отходов (ТБО) варьируется в диапазоне от 40 до 70%. Кроме того, большой проблемой современной строительной отрасли являются дорогостоящие строительные материалы, что препятствует реализации многих жилищных и коммунальных проектов.

Одним из возможных способов решения выше описанных проблем, является повторное использование строительных материалов после сноса или демонтажа зданий.

Постановка проблемы

Повторное использование строительных материалов после сноса зданий методом поэлементного демонтажа, и, как следствие, сокращение выбросов пыли и свалок ТБО.

Задачи исследования:

- 1) Определить причины и объемы выбросов углекислого газа в атмосферу Земли.
- 2) Определить причины появления строительного мусора на свалках ТБО.
- 3) Определить причины сноса зданий и сооружений.
- 4) Определить прочностные показатели строительных материалов, **образующихся при поэлементном демонтаже зданий.**

Методика исследований включает: анализ литературных и статистических данных (аналитический обзор), теоретические и экспериментальные исследования.

Основная часть

Основные причины образования углеродного следа в строительной отрасли - это выбросы углекислого газа, возникающий при производстве цемента, извести, стали, стекла, керамики.

Из общего объема выбросов углекислого газа на строительную отрасль приходится 37%. Кроме этого, строительная отрасль потребляет 36% конечной глобальной энергии.

Таблица 1

Объёмы выбросов CO₂ при производстве 1 т материалов

Наименование материала	Объем выбросов CO ₂ , кг
Природный камень	
Сталь	1500
Цемент	250

Железобетонные изделия	550-600
Кирпич силикатный	133,5
Кирпич керамический	198,5
Гипс	0
Древесина	0
Природный камень	0

Таблица 2

Объёмы выбросов углекислого газа в год при производстве основных строительных материалов

	Сталь (млн. т)	Цемент (млн.т)	Железобетон (млн. м ³)	Кирпич си- ликатный (млн. т)	Кирпич ке- рамический (млн. т)
Россия	109,65	14,45	16.26	1.49	3.18
Мир	2704,5	1025	4002	Нет данных	Нет данных

Методы сноса зданий и сооружений. Причины сноса зданий и сооружений могут быть самыми разными: аварийное состояние конструкций, физический износ, недопустимое состояние, моральный износ здания, самовольная постройка и т.д. На данный момент существует несколько способов сноса зданий, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки:

- Механический способ сноса здания с последующей транспортировкой отработанного материала на свалку;
- Механический способ сноса здания с последующей сортировкой и переработкой отработанного материала;
- Поэлементный демонтаж здания с последующим повторным использованием элементов конструкций;
- Взрывной метод сноса здания.

Наиболее распространенным в настоящее время является механический метод обрушения строительных конструкций, при помощи специальной строительной техники. В результате сноса здания таким методом образуется большой объем строительных отходов, которые непригодны к последующему использованию и транспортируются на площадки ТБО, что совсем противоречит принципу комплексной стратегии сокращения объема образования и снижения класса опасности отходов. С точки зрения загрязнения окружающей среды, данный метод создает значительные объемы отходов, пыли, битого кирпича и бетона, куски древесины и т.д., и является нерациональным [4].



Рис. 1. Механический метод обрушения зданий

Применение механического способа с последующей сортировкой и переработкой строительных материалов, с экологической точки зрения, является более рациональным. На повторное использование идет щебень для мощения дорог или изготовления железобетонных конструкций, стальные элементы идут на переплавку. Но дробление каменных или бетонных элементов создает много пылевых отходов, которые загрязняют окружающую среду, что тоже не в полной мере соответствует экологическим требованиям и только частично удовлетворяют принципам повторного использования строительных материалов.

При ликвидации здания способом направленного взрыва образуется большой объем каменной пыли, которая оседает на окружающих поверхностях, растениях, в дыхательных путях человека и животных, что может привести к различным тяжелым заболеваниям. Также при данном методе получают частично разрушенные конструктивные элементы, размеры которых не всегда соответствуют параметрам дробилок первичного дробления, поэтому на площадке сноса они должны измельчаться под размер загрузочного отверстия дробилки и транспортироваться для дальнейшей переработки. Данные технологии приводят к тому, что при дроблении (особенно бетонных и железобетонных конструкций) после дробления бетон из прочного морозостойкого камня превращается в мягкую неоднородную породу, применение которой ограничено ее свойствами. Необходимо отметить также высокую энергоемкость, стоимость переработки и большой вес оборудования данного способа переработки каменных материалов [4].



Рис. 2. Взрывной метод обрушения зданий

Еще один способ – это поэлементная разборка зданий. Применение современной техники позволяет объединить механизированный и ручной способы сноса зданий. При использовании данного метода был обнаружен огромный экологический эффект: повторное использование строительных конструкций не производит загрязнения атмосферы земли. При этом, отходы не складировываются на свалках ТБО, снижается стоимость построенных объектов, снижаются затраты на логистику и строительство.

Исследовательская часть

Исследования, проведенные специалистами Воронежского государственного технического университета, направленные на сокращение объема образования и снижение класса опасности отходов и максимальное использование исходного сырья и материалов, выполненные при малоэтажном строительстве частного жилья и укреплении грунтов оснований доказали, что при поэлементном демонтаже зданий были получены строительные материалы (кирпич, шлакоблок, газосиликат и др.) и конструктивные элементы (плиты, покрытия, перекрытия, балки, колонны, панели, фермы и тп.), которые после обследования специалистами кафедр строительных конструкций ВГТУ позволили использовать их повторно по своему прямому назначению, либо в качестве конструкций малоэтажных зданий.

Таблица 3

Прочностные показатели строительных материалов перед сносом зданий

Прочность при сжатии (МПа)	Сталь	Бетон	Кирпич силикатный	Кирпич керамический
	240-300	20-100	7,5-10	3,5-10

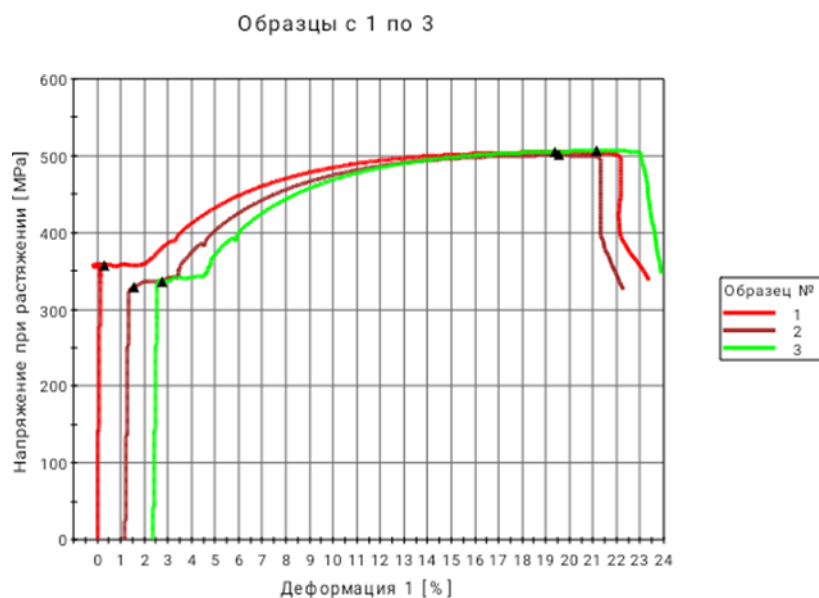


Рис. 3. Диаграмма испытаний арматурной стали из плит 1953 года выпуска

Таблица 4

Прочностные и деформативные характеристики арматурной стали

Метка образца	Площадь [mm ²]	Длина [mm]	Минимум Нагрузка [kN]	Модуль (Автоматический Юнга) [МПа]	Предел текучести (Условный 0,2%) [МПа]	Напряжение при растяжении [МПа]	Относительное удлинение, %
1	78,54	600,00	39,62	274736,05	357,82	504,44	21,72
2	78,54	600,00	39,32	206784,08	328,25	500,68	21,72
3	78,54	600,00	39,75	192486,35	336,92	506,16	18,60
среднее	78,54	600,00	39,57	224668,83	341,00	503,76	20,68

Данные исследования позволили начать проектирование и строительство малоэтажных зданий (жилье, магазины, спортивно-оздоровительные сооружения, гаражи и тд.) с использованием вышеназванных материалов, изделий и конструкций. В настоящее время работы ведутся на строительных объектах Воронежской, московской, Ленинградской, Свердловской областях. Строительство ведется только на частных объектах [1].

Подводя итоги, можно сделать вывод: повторное использование строительных материалов и конструкций после сноса зданий позволит сократить выбросы углекислого газа в атмосферу, решить экологические проблемы утилизации строительных материалов, снизить стоимость малоэтажного строительства, уменьшить объемы свалок ТБО за счет создания строительных технологий замкнутого цикла, увеличить доступность индивидуального жилья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Золотухин, С. Н. Безобжиговые технологии получения строительного композита из отходов, возникших при поэлементном демонтаже зданий и сооружений / С. Н. Золотухин, Р. Ю. Гаврикова, Д. И. Шуваев // Химия, физика и механика материалов. 2021. № 2(29). С. 56-78.
2. Патент № 2656656 С2 Российская Федерация, МПК E02D 3/12, E02D 27/08. Способ объемной цементации грунтов: № 2015149374: заявл. 17.11.2015: опубл. 06.06.2018 / С. Н. Золотухин, А. А. Абраменко, О. Б. Кукина [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный технический университет".
3. Патент № 2647521 С1 Российская Федерация, МПК E02D 27/01. Способ изготовления сплошных плитных фундаментов коробчатого сечения из ребристых плит перекрытия: № 2017107309: заявл. 06.03.2017: опубл. 16.03.2018 // С. А. Колодяжный, С. Н. Золотухин, А. А. Абраменко [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный технический университет".
4. Повторное использование железобетонных элементов зданий в конструкциях фундаментов / С. Н. Золотухин, В. И. Луганский, Н. Г. Назаренко [и др.] // Химия, физика и механика материалов. 2019. № 1(20). С. 72-91.
5. Золотухин, С. Н. Повторное использование строительных материалов и отходов производства в малоэтажном строительстве / С. Н. Золотухин, А. С. Лобосок // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Материалы межрегиональной научно-практической конференции "Высокие технологии в экологии". 2011. № 1. С. 63-66.

REFERENCES

1. Zolotukhin, S.N., Gavrikova R.Yu., Shuvaev D.I. Non-burning technologies for obtaining a building composite from waste products that arose during element-by-element dismantling of buildings and structures // Chemistry, Physics and Mechanics of Materials. 2021. № 2(29). Pp. 56-78.
2. Patent No. 2656656 C2 Russian Federation, IPC E02D 3/12, E02D 27/08. The method of bulk cementation of soils: No. 2015149374: Appl. 11/17/2015: publ. 06.06.2018 / S. N. Zolotukhin, A. A. Abramenko, O. B. Kukina [and others]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Technical University".
3. Patent No. 2647521 C1 Russian Federation, IPC E02D 27/01. Method for manufacturing solid box-shaped slab foundations from ribbed floor slabs: No. 2017107309: Appl. 03/06/2017: publ. March 16, 2018 // S. A. Kolodyazhny, S. N. Zolotukhin, A. A. Abramenko [and others]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Technical University".
4. Reuse of reinforced concrete building elements in foundation structures / S. N. Zolotukhin, V. I. Lugansky, N. G. Nazarenko [et al.] // Chemistry, Physics and Mechanics of Materials. 2019. № 1 (20). Pp. 72-91.

5. Zolotukhin, S. N. Reuse of building materials and production waste in low-rise construction / S. N. Zolotukhin, A. S. Lobosok // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Materials of the interregional scientific-practical conference "High technologies in ecology". 2011. №. 1. Pp. 63-66.

АРХИТЕКТУРА СЕТЕЙ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РАЗВИТИИ СЕТЕЙ СВЯЗИ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

© Юнусова Зулихан Умаровна

Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный

Аннотация. Беспроводная система 5G состоит из пользовательского терминала и ряда независимых технологий радиодоступа. Терминал пользователя играет в этой системе очень важную роль. Архитектура показывает, что это основанная на IP модель для взаимодействия беспроводных и мобильных сетей.

Ключевые слова: RAT, IP, Интернет- сокет, OFDM.

FIFTH GENERATION NETWORKS ARCHITECTURE AND MAIN FUNDAMENTAL CHANGES IN THE FIFTH GENERATION COMMUNICATION NETWORKS DEVELOPMENT

© Yunusova Zulikhan Umarovna

Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny

Abstract. The 5G wireless system consists of a user terminal and a number of independent radio access technologies. The user terminal plays a very important role in this system. The architecture shows that it is an IP-based model for interworking wireless and mobile networks.

Key words: RAT, IP, Internet socket, OFDM.

Технология радиодоступа (RAT) означает метод физического соединения для сети радиосвязи. На рисунке показано, что в каждом из терминалов каждая RAT является IP-линией связи с внешним миром, а также в мобильном терминале должен быть свой радиointерфейс для каждой RAT. Если кто-то хочет получить доступ к четырем различным технологиям радиодоступа, то в мобильном терминале должны быть четыре разных интерфейса доступа, и все они должны быть активированы одновременно, чтобы архитектура функционировала. [1].

Она называется моделью на основе IP, и ее основная цель - обеспечить данные управления для правильной маршрутизации IP-пакетов, принадлежащих определенным соединениям приложений. Маршрутизация пакетов выполняется пользователями с определенными

политиками и правилами. Соединения приложений устанавливаются между клиентами и серверами в Интернете, то есть через сокет. Эти Интернет-сокеты являются конечными точками для потоков передачи данных, и каждый Интернет-сокет представляет собой уникальную комбинацию локального IP-адреса и соответствующего локального транспортного коммуникационного порта, целевого IP-адреса и целевого подходящего коммуникационного порта, а также типа транспортного протокола.

В случае взаимодействия между гетерогенными сетями и для вертикальной передачи обслуживания между соответствующими радиотехнологиями локальный адрес Интернет-протокола и адрес Интернет-протокола пункта назначения должны быть фиксированными и неизменными. Установка этих двух параметров должна обеспечить прозрачность сквозного хэндовера к Интернет-соединению, когда есть пользователь мобильного телефона хотя бы на одном конце такого соединения. Чтобы сохранить правильную структуру пакетов и уменьшить или предотвратить потери пакетов, путь к целевому месту назначения и наоборот должен быть уникальным и должен использоваться по одному и тому же пути. [2].

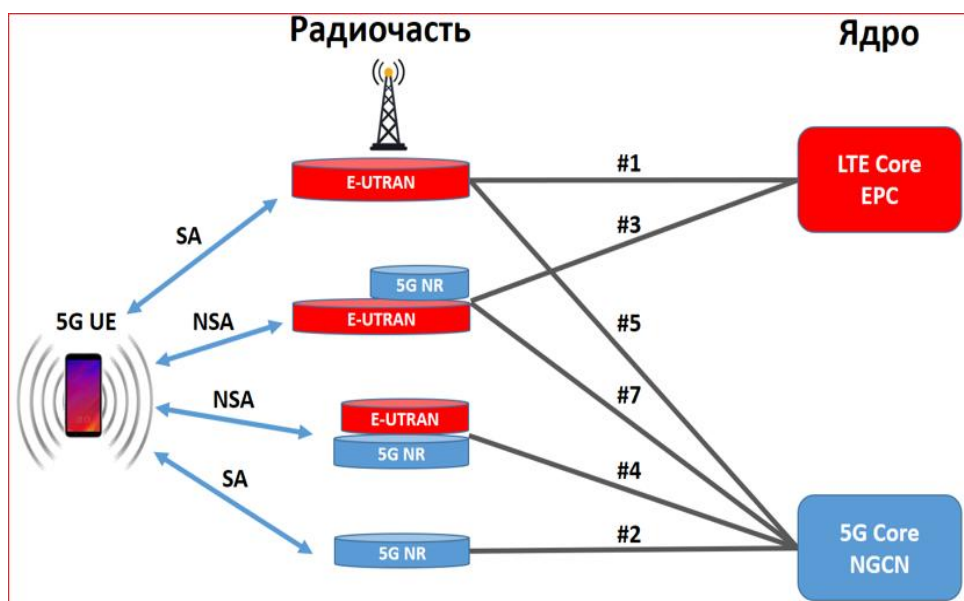


Рис. 1.1. Сценарии построения сети 5G начального и промежуточного периодов

Каждая технология радиодоступа, доступная пользователю для обеспечения возможности соединения с соответствующим радиодоступом, представлена с соответствующим интерфейсом Интернет-протокола или средой. Каждый канал Интернет-протокола (IP) или интерфейс в терминале характеризуется своим IP-адресом, сетевой маской и параметрами, связанными с маршрутизацией IP-пакетов по сети. При единообразном межсистемном переключении изменение технологии доступа (т. Е. Вертикальное переключение) будет означать изменение локального адреса Интернет-протокола. Тогда изменение некоторых параметров сокета означает изменение сокета, то есть закрытие и открытие нового сокета. Этот подход нельзя изменить, и он основан на сегодняшней беспроводной связи.

Чтобы включить функции используемой прозрачности и контроля или прямой маршрутизации пакетов с помощью наиболее подходящей технологии радиодоступа, в

предлагаемой архитектуре необходимо ввести систему управления в функциональную архитектуру сетей, которая работает в полной координации или эффективно работает вместе с пользовательским терминалом и обеспечивает функции абстракции сети и маршрутизацию пакетов на основе определенных правил или политик. В то же время эта система управления является важным элементом, с помощью которого она может определять качество обслуживания для каждой технологии передачи.

Сетевая концепция или идея может быть обеспечена путем создания IP-туннелей через IP-интерфейсы, получаемые при подключении к терминалу через технологии доступа, доступные терминалу (то есть мобильному пользователю). Фактически, туннели будут установлены между пользовательским терминалом и системой управления, названной здесь как Policy Router или blueprint router, которая выполняет маршрутизацию на основе заданных политик или некоторых стратегий. Таким образом, на стороне клиента будет сгенерировано соответствующее количество туннелей, связанных с рядом технологий радиодоступа, а клиент поместит локальный адрес Интернет-протокола, который будет сформирован с помощью сокетов Интернет-связи клиентских приложений с Интернет-серверами. Как пакеты Интернет-протокола выбирают правильный туннель, будут работать с политиками или стратегиями, правила которых будут обмениваться через протокол виртуального сетевого уровня.

Таким образом, мы достигаем необходимого представления о сети для клиентских приложений на мобильном терминале. Процесс инициирования туннеля к маршруту политики или маршрутизатору стратегии для маршрутизации на основе заданных стратегий завершается сразу после инициирования IP-соединения по технологии радиодоступа, и он запускается из виртуальной сети мобильного терминала, уровень протокола. Формирование туннельных каналов, а также их обслуживание представляют собой базовые функции уровня виртуальной сети для маршрутизации, основанной на данных стратегиях, удаляются сразу после инициирования IP-соединения по технологии радиодоступа, и он запускается из протокола уровня виртуальной сети мобильного терминала.

Пользователи беспроводной связи обычно остаются в помещении 80% всего времени и остаются на улице только 20%. Наружные базовые станции используются в текущей сотовой архитектуре для связи с мобильными пользователями. Неважно, останутся ли они в помещении или на улице. Когда внутренние пользователи общаются с внешней базовой станцией, сигналы проникают через стены здания. Из-за этого возникают потери при проникновении, и помимо этой скорости передачи данных также ухудшаются спектральная эффективность и энергоэффективность. Чтобы избежать этих недостатков, в настоящее время используются определенные технологии, такие как распределенная антенная система (DAS) и технология MIMO.

Когнитивная радиотехнология - одна из ключевых концепций 5G. Технология когнитивного радио, также известная как интеллектуальное радио: дает возможность разным радиотехнологиям результативно применять один и тот же спектр за счет адаптивного поиска неиспользуемого спектра и адаптации схемы передачи к требованиям технологий, которые в настоящее время используют этот спектр. Это мощное управление радиоресурсами осуществляется распределенным образом и основывается на программно определяемом коэффициенте. [3].

Основные фундаментальные изменения в развитии сетей связи пятого поколения.

5G - это сеть мобильной связи пятого поколения, и при полном ее развертывании она обеспечит чрезвычайно надежную связь, повысит скорость до 100 раз по сравнению с текущими сетями 4G и одновременно обслуживает еще больше пользователей и устройств. Также можно будет получить маршрутизатор 5 G, который позволит получить беспроводной доступ в Интернет в доме полностью без настенных установок или других проводных подключений.

Технология 5G - это больше, чем просто сверхбыстрая сеть для загрузки и использования мультимедиа. Потому что 5G обещает стать основой сегмента IoT (Интернета вещей). Это еще больше расширит возможности технологии и поможет объединить всех и каждого в обществе. К сети можно подключать мобильные устройства, датчики оборудования, *дроны*, или другое интеллектуальное устройство.

Широкий спектр возможностей, предлагаемых 5G, является первым в отрасли. Это обеспечит межмашинную связь и окажет огромное влияние на каждый сегмент отрасли от банковского дела до здравоохранения.

Значение 5G в телекоммуникациях - это технологический стандарт пятого поколения для широкополосных сотовых сетей. Пятое поколение сети является преемником сети четвертого поколения, которая в настоящее время обеспечивает подключение к большинству мобильных телефонов. Эта технология 5G поддерживается в нескольких последних мобильных операционных системах, например, Samsung Galaxy S21, Oppo Reno5, Xiaomi Mi 10T, Huawei Mate 40 Pro и многих других.

Использование сети 5G дает несколько преимуществ. Среди них 5G имеет большую пропускную способность, чем предыдущие сети, имеет меньшую задержку и обеспечивает более высокую скорость загрузки. Благодаря предлагаемым преимуществам пользователи могут смотреть видео без буферизации, загружать фильмы за считанные секунды, и даже считается, что 5G поддерживает технологию дополненной реальности.

Однако технология 5G не ограничивается этим, она также может быть программно определяемой платформой. Другими словами, управление сетевыми функциями осуществляется с помощью программного обеспечения, а не оборудования. Эта технология также улучшает цифровой опыт за счет автоматизации, которая поддерживает обучающую машину (машинное обучение), отклик в триллионную долю секунды как самостоятельное вождение автомобиля до искусственного интеллекта (искусственный интеллект).

В сетях 5G используется кодирование OFDM (мультиплексирование с ортогональным частотным разделением), которое аналогично кодированию, используемому в предыдущих сетях (4G LTE). Однако технология 5G разработана для гораздо меньшей задержки и большей гибкости, чем LTE.

В телекоммуникациях 5G- это аббревиатура, используемая для обозначения пятого поколения технологий мобильных телефонов. Это преемник технологии 4G, которая обеспечивает подключение к большинству современных мобильных телефонов. По данным Ассоциации GSM, к 2025 году ожидается, что сети 5G будут иметь более 1,7 миллиарда абонентов по всему миру. Как и его предшественник, сети 5G представляют собой сети ячеек, зона обслуживания которых разделена на небольшие географические регионы, которые называются *сотами*. Все беспроводные устройства 5G в ячейке подключены к Интернету и телефонной сети с помощью радиоволн через антенну в ячейке.

Наиболее заметным преимуществом этой технологии является то, что она будет поддерживать более высокую пропускную способность, что приведет к более высокой скорости загрузки которая может превышать 10 гигабит в секунду (Гбит / с). В связи с вышеупомянутым увеличением ожидается, что эти сети будут использоваться не только телефонами, как в случае с существующими телефонными сетями, но они также могут быть использованы для общего использования в настольных или портативных компьютерах. По этой же причине, новые приложения, как ожидается, в таких областях, как Интернет вещей (IoT) и машина-машина. Сотовые телефоны 4G не будут поддерживать новые сети, которым потребуется поддержка 5G.

Благодаря использованию высокочастотных радиоволн достигается значительное увеличение скорости. Однако при их использовании есть недостаток, а именно то, что они имеют очень небольшой физический диапазон, что делает необходимым использование большего количества ячеек по сравнению с тем, что требуется в 4G. Сети 5G работают в 3-х диапазонах частот: низком, среднем и высоком. Сеть 5G будет состоять из 3 типов ячеек, каждая с разным типом антенны. Эти антенны будут обеспечивать различное соотношение между скоростью загрузки в зависимости от расстояния и зоны обслуживания.

Нижний диапазон 5G использует тот же частотный диапазон, что и терминал 4G, то есть 600-850 МГц, что гарантирует скорость выше 4G: 30-250 мегабит в секунду (Мбит / с). Как и следовало ожидать, вышка сотовой связи нижнего диапазона имеет такой же диапазон и покрытие, что и вышка 4G. С другой стороны, средний диапазон 5G, наиболее широко используемый уровень обслуживания, использует радиоволны от 2,5 до 3,7 ГГц, обеспечивая скорость 100-900 Мбит / с, где каждая вышка сотовой связи обеспечивает обслуживание в нескольких километрах от своего радиуса. Наконец, высокочастотный диапазон 5G, который, как ожидается, будет использоваться в ближайшем будущем, работает с частотами от 25 до 39 ГГц, чтобы обеспечить скорость загрузки в диапазоне гигабит в секунду (Гбит / с), что является сопоставимой суммой к тому, что достигается с помощью кабельного Интернета. Недостатком этой полосы является ее предел диапазона, а это означает, что требуется гораздо больше ячеек, чтобы гарантировать качество обслуживания. Недостатком высокочастотных волн является то, что они испытывают проблемы с прохождением через некоторые материалы, такие как стены или окна. По причинам стоимости планируется использовать эти ячейки в местах массового скопления людей, таких как стадионы или арены, а также в густонаселенных городских условиях.

Отраслевой консорциум, отвечающий за стандарты 5G, - это проект ассоциации третьего поколения (3GPP), который определяет любую систему, использующую программное обеспечение 5G NR, как «5G», определение, которое стало популярным в конце 2018 года. Эффективность технологии 5G требует наличия высокопроизводительной сети межсетевого взаимодействия мобильных сайтов, которая обеспечивает эту технологическую эволюцию; только инфраструктура полностью в оптическом волокне, широко распространенном в широко распространенном образе, может адекватно удовлетворить эту потребность, гарантируя скорость не мегабит, но гигабит в секунду. Медных или смешанных оптоволоконных сетей недостаточно, они представляют собой узкое место для сети 5G.

Пятое поколение мобильных сетей (5G) позиционирует себя, вместе с сетями полного волокна, как наиболее передовые технологии когда - либо сделал доступными для передачи данных. 5G - это инновационная платформа, которая объединит новые отрасли с

высокой производительностью, эффективностью и доступностью, а также расширит мобильные сети, поддерживающие широкий спектр услуг и устройств, в дополнение к расширению современных широкополосных мобильных услуг. 5G преобразует широкий спектр областей, от розничной торговли до образования, от транспорта до развлечений и сопутствующих услуг.

Беспроводная технология пятого поколения обещает молниеносную скорость, невероятно низкую задержку и возможность подключения несколько раз одновременно. Высокая скорость, минимальная задержка и большая емкость, позволит использовать широкий спектр видео сверхвысокого качества, виртуальную реальность и другие продвинутое приложения. Кроме того, запуск 5G увеличит потенциал Интернета вещей (IoT) с минимальным энергопотреблением и большим количеством одновременных подключений (до 1 миллиона на квадратный километр). 5G - это пятое поколение мобильной сети и дальнейшее развитие технологии беспроводных соединений. Это технология, которая позволяет выходить в Интернет по телефону и использовать мобильный широкополосный доступ без кабелей. 5G будет предлагать молниеносную скорость и минимальную задержку, поэтому вы можете отправлять и получать данные по мобильной сети на чрезвычайно высоких скоростях. Это откроет множество новых возможностей в самых разных областях, так что вы сможете начать радоваться.[4].

Мобильная сеть пятого поколения имеет следующие характеристики:

- Чрезвычайно низкая задержка (менее 1 мс)
- Чрезвычайная емкость трафика данных (минимум 10 Гбит / с на соединение)
- Чрезвычайно много подключений (не менее 1 000 000 единиц на км² / 1 на м²).
- Чрезвычайно мобильный
- Возможность разделить сеть и, таким образом, выделить ее части, например, аварийным службам или беспилотным автомобилям.

Яркими направлениями концепции «интернета вещей» являются взаимодействие M2M (межмашинное взаимодействие, англ. Machine-to-Machine, M2M) и D2D (устройство-устройство, англ. Device to Device). Технология M2M необходима для взаимодействия устройств между собой без непосредственного участия человека, т. е. для автоматизации процессов. Сфера применения M2M достаточно широка. Например, в платежных терминалах, системах безопасности, в системах координации транспортных средств. Новые технологии удешевят процессы, а также минимизируют их зависимость от человеческого фактора, позволят оперативно реагировать на сбои в работе систем связи и управления (таблица 1.2.).

Таблица 1.2.

Эффективные технологии для сетей 5G

№	Технология	Функции
1	Novel Multiple Access	- технология доступа
2	Filter Bank Multicarrier Universal Filter Multi-Carrier	-улучшение спектральной эффективности; оптимизация канальной селективности; применение 5G в "когнитивном радио"
3	Advanced Coding and Modulation	-применение совокупности улучшенных технологий модуляций и кодирования
4	Low latency & high reliability	-уменьшение задержки сети; - повышение надежности сети

5	Flexibel Duplex	- гибкая передача трафика по линиям вверх и вниз
6	Ultra-dense networking	- организация сверхплотных сетей за счет технологии виртуализации; - обслуживание большего количества абонентов; - организация одновременного взаимодействия сот между собой
7	New Full Duplex	- использование одной частоты для разных задач
8	Spectrum sharing	-организация совместного использования частотного спектра на разных уровнях разными технологиями доступа

Системы связи поколения 5G требуют значительно больше передающих устройств, чем системы мобильной связи предыдущих поколений. Это ведет к необходимости создания плотной инфраструктуры, где станции, башни и базы планируется разместить практически повсеместно на расстоянии менее 100 метров друг от друга. Результат такого уплотнения может быть катастрофическим для всех живых существ, находящихся в зоне их действия. Передатчики систем 5G кроме того владеют необходимой мощностью, для того чтобы формировать 3D-карты внутренней планировки жилых домов, промышленных и офисных зданий, нарушая конфиденциальность и право на тайну личной жизни граждан.

Основные фундаментальные изменения в развитии сетей связи:

1. Сверхплотные сети. Сверхплотность сетей является одним из признаков не только сетей 5G/IMT-2020, но и всех последующих сетей. Прогнозируется около 1 млн устройств на 1 кв. м и в соответствии с прогнозами, предельное число Интернет Вещей составляет 50 триллионов, что может быть достигнуто как раз ближе к 2030 году. Поэтому понятие сверхплотности будет только подтверждаться в процессе развития сетей и услуг к 2030 году.

2. Сети связи с ультрамалыми задержками. Тактильный Интернет привел к еще более значительным изменениям в области построения сетей связи, поскольку в этом случае потребовалось передавать информацию с задержкой в 1 мс, что на данный момент в 100 раз меньше, чем в существующих сетях. Таким образом, стоит отметить, что концепция тактильного Интернета приводит к децентрализации сети, поскольку фундаментальные ограничения по скорости передачи света, естественно – непреодолимо. Такого рода сети имеют следующее название – «сети с ультрамалыми задержками».

3. Интернет навыков. Стоит еще отметить концепцию Интернета навыков, которая появилась в 2017 году и также требуется для своей реализации наличия сетей с ультрамалыми задержками. Интернет навыков, как концепция позволяет реализовать в сетях с ультрамалыми задержками новые виды услуг. Данные услуги смогут позволить использовать сеть для приобретения людьми и робототехническими устройствами новых навыков.

4. Летающие сети. Еще одним фундаментальным изменением в развитии сетей связи стало объединение летающего и наземного сегментов сетей в единую сеть. Стоит отметить, что при небольшой высоте пролета БПЛА в таких сетях, измеряемая десятками метров, делает их пригодными для использования в сетях связи с ультрамалыми задержками.

На основе анализа тех фундаментальных изменений в развитии сетей связи, можно утверждать, что сети связи 2030 будут являться сверхплотными сетями с ультрамалыми задержками, стремящихся к децентрализованной структуре сети, а также это поколение сетей приобретет ряд новых характеристик за счет развития технологий в области сетей и систем связи и в смежных отраслях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Vishnevsky V.V. Encyclopedia of Wi-Max. Way to 4G / V.V. Vishnevsky, S.L. Portnoy, I.V. Shakhnovich. Moscow: Technosphere, 2018. 56 p. URL:<https://dzen.ru/media/exhortru/chto-takoe-rat-malware-i-pochemu-on-tak-opasen-5cebbed799144700b4c12586>. (дата обращения: 15.11.2022).
2. Garkusha S.V. Model of subchannel distribution in a wireless mesh network of the IEEE 802.16 standard, presented in the form of a hypergraph // Cybernetics and Systems Analysis. 2017. 32 p. URL:<https://lecturesnet.readthedocs.io/net/low-level/ipc/socket/intro.html> (дата обращения: 15.11.2022).
3. Legkov K.E., Donchenko A.A. Special purpose wireless mesh networks // T-Comm - Telecommunications and Transport. 2017. 172 p URL: <https://skillbox.ru/media/code/chto-takoe-ipadres-i-mask-podseti-i-zachem-oni-nuzhny/> (дата обращения: 15.11.2022).
4. Lemeshko A.V. Model of structural self-organization of a multichannel mesh-network of the IEEE 802.11 standard // Electronic scientific specialized edition - journal "Problems of Telecommunications". 2019, № 1. Pp. 83-105. URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/OFDM> (дата обращения: 15.11.2022).

REFERENCES

1. Vishnevsky V.V. Encyclopedia of Wi-Max. Way to 4G / V.V. Vishnevsky, S.L. Portnoy, I.V. Shakhnovich. Moscow: Technosphere, 2018. 56 p. URL: <https://dzen.ru/media/exhortru/chto-takoe-rat-malware-i-pochemu-on-tak-opasen-5cebbed799144700b4c12586>. (accessed:11.15.2022).
2. Garkusha S.V. Model of subchannel distribution in a wireless mesh network of the IEEE 802.16 standard, presented in the form of a hypergraph // Cybernetics and Systems Analysis. 2017. 32 p. URL: <https://lecturesnet.readthedocs.io/net/low-level/ipc/socket/intro.html> (accessed 11.15.2022).
3. Legkov K.E., Donchenko A.A. Special purpose wireless mesh networks // T-Comm - Telecommunications and Transport. 2017. 172 p URL: <https://skillbox.ru/media/code/chto-takoe-ipadres-i-mask-podseti-i-zachem-oni-nuzhny/> (accessed: 11.15.2022).
4. Lemeshko A.V. Model of structural self-organization of a multichannel mesh-network of the IEEE 802.11 standard // Electronic scientific specialized edition - journal "Problems of Telecommunications". 2019, № 1. Pp. 83-105. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/OFDM> (accessed:11.15.2022).

УДК - 591.615

DOI: 10.34824/VKNPIRAN.2022.11.3.009

ВЕДЕНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ, КАК ФОРМА МОНИТОРИНГА РЕДКИХ ВИДОВ И РОЛЬ ООПТ В ИХ СОХРАНЕНИИ

© Батхиев Асламбек Магомедович

Академия наук Чеченской Республики, Российская Федерация, г. Грозный.
Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный

Аннотация. В работе обосновываются причины и тенденции обострения проблем по сохранению биоразнообразия животного мира, увеличения числа редких и исчезающих видов, необходимость проведения, в связи с этим, постоянного биомониторинга и инвентаризации состояния фауны, выявления редких видов, ведения и регулярного издания Красной книги Чеченской республики. Приводится сравнительный анализ состава видов животных ее первого и второго издания по всем классам и отрядам, отмечается значительное увеличение численности редких позвоночных, занесенных во второе издание Красной книги ЧР, ухудшение природоохранного статуса многих, ранее занесенных видов. В сложившейся ситуации положительно оценивается роль ООПТ Чеченской Республики по сохранению обитающих в них редких видов. Приводится полный список видов, занесенных в Красную книгу Чеченской Республики второго издания. Исходя из сведений по их распределению и локализации, предлагается создание более оптимальной структуры ООПТ республики.

Ключевые слова: Фауна, антропогенная трансформация, инвентаризация, редкие виды, биоразнообразие, Красная книга, ведение, сравнительный анализ, заказники, роль ООПТ.

MAINTAINING THE RED BOOK OF THE CHECHEN REPUBLIC AS A FORM OF MONITORING RARE SPECIES AND THE ROLE OF SPAS IN THEIR CONSERVATION

© Batkhiev Aslambek Magomedovich

Academy of Sciences of the Chechen Republic, Russian Federation, Grozny.
Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation,
Grozny

Abstract. The paper substantiates the causes and trends of exacerbation of problems in the conservation of the biodiversity of the animal world, an increase in the number of rare and endangered species, the need for, in connection with this, constant biomonitoring and inventory of the state of the fauna, identification of rare species, maintenance and regular publication of the Red Book of the Chechen Republic. A comparative analysis of the composition of animal species of its first and second editions for all classes and orders is given, there is a significant increase in the number of rare vertebrates listed in the second edition of the Red Book of the Czech Republic, a deterioration in the conservation status of many previously listed species. In the current situation, the role of the protected areas of the Chechen Republic in the conservation of rare species living in them is positively assessed. A complete list of species listed in the Red Book of the Chechen Republic of the second edition is given. Based on the information on their distribution and localization, it is proposed to create a more optimal structure of the protected areas of the republic.

Key words. Fauna, anthropogenic transformation, inventory, rare species, biodiversity, Red Data Book, management, comparative analysis, reserves, role of protected areas.

Животный мир Чеченской Республики представлен целым рядом эколого-фаунистических и систематических групп, имеющих очень многообразный и древний генофонд, с огромным количеством ценнейших свойств и качеств [1]. В последние десятилетия проблема сохранения биоразнообразия животных резко обострилась в связи с усилением антропогенных воздействий экосистемы республики, массовым загрязнением окружающей среды и нарушением ландшафтов, особенно из-за разрушительных последствий длительного периода ведения боевых действий на территории Чеченской Республики. Как следствие, налицо сильнейшая трансформация многих экосистем, их обеднение и разрушение. Длительное бесконтрольное и интенсивное использование биоресурсов, вырубка лесов, нарушение условий обитания видов, браконьерство также привели к значительному сокращению численности многих видов и подвидов [2]. В связи со всем вышесказанным, возникает крайняя необходимость разработки подходов к изучению последствий такого воздействия на экосистемы и виды, выявление нуждающихся в немедленной охране видов и подвидов, территорий и мест их обитания. Наряду с изучением объективного состояния фауны ЧР, важнейшей из таких мер является ведение Красной Книги ЧР, как правового юридического документа, дающего научную основу для законодательной деятельности по охране животных. Такое ведение заключалось в многолетнем и регулярном проведении биомониторинга состава и состояния видов флоры и фауны высотных поясов и ландшафтов Чеченской Республики, различных ее экосистем. Определялась численность видов, выявлялись редкие, малочисленные виды, их локалитеты, причины и факторы, лимитирующие их численность и возможность обитания.

Первое издание этой книги было опубликовано в 2007 году [2]. В нее, в списки редких и нуждающихся в охране видов, было занесено 74 вида беспозвоночных, из которых 1 вид относился к Ракообразным, 73 вида - к Насекомым, и 115 видов - к позвоночным, а всего 189 видов животных. Насекомые были представлены в списке 8 отрядами: Стрекозы - 10 видов, Богомолы - 2 вида, Прямокрылые - 2 вида, Жуки - 20 видов, Перепончатокрылые - 12 видов, Двукрылые - 1 вид, Сетчатокрылые - 1 вид и 20 видов Чешуекрылых. Среди позвоночных в Красную Книгу ЧР первого издания было внесено 3 отряда костных рыб, 2

отряда земноводных, два отряда земноводных, два отряда рептилий, 10 отрядов птиц, и 5 отрядов млекопитающих. Из представителей этих отрядов 1 вид относился к круглоротым, 13 видов - к рыбам, в составе было представлено 4 вида амфибий, 16 видов рептилий, 55 видов птиц и 26 видов млекопитающих. Таким образом, в Красную Книгу ЧР первого издания было занесено только позвоночных животных до 26 % от общего их состава в республике, что лишний раз подтверждает важность и необходимость изучения состояния популяций и видов в природе, влияния на них антропогенных факторов и своевременного принятия мер по их охране.

Во втором издании Красной книги Чеченской Республики количество беспозвоночных, занесенных в списки редких и исчезающих, значительно сократилось, в связи с более высокой степенью изученности фауны и исключением из списка 30 видов насекомых [3]. В то же время 19 новых видов были впервые в него включены. Всего в Красной книге Чеченской Республики второго издания оказались занесенными 66 видов насекомых. Из них 6 видов отряда Стрекозы, 2 вида отряда Богомолы, 2 вида из отряда Прямокрылые, 31 вид отряда Жесткокрылых, 9 видов из отряда Перепончатокрылые, 2 вида из отряда Двукрылые, 2 вида Сетчатокрылых и 13 видов отряда Чешуекрылые.

Из Позвоночных во второе издание Красной книги ЧР попали те же 13 видов класса костные рыбы (отряд Осетровые - 3 вида, отряд Лососеобразные - 3 вида, отряд Карпообразные - 7 видов) и 1 вид класса Круглоротые (отряд Миногообразные). Класс земноводные представлен 2-мя видами отряда Хвостатые и одним видом отряда Бесхвостые. Из класса Рептилии в список редких и исчезающих видов во второе издание Красной книги Чеченской Республики занесен 1 вид отряда Черепахи, 8 видов отряда Ящерицы и 10 видов отряда Змеи. Общее количество редких видов рептилий увеличилось на три вида. Число редких видов и представленных отрядов класса Птицы в этом списке не изменилось - 55 видов. Класс Млекопитающие содержит 23 вида, что на 3 вида меньше, чем в первом издании, в связи с восстановлением численности двух видов, (барсук, медведь бурый) и полным исчезновением одного (зубр), выявленном в процессе ведения Красной книги ЧР. Отряд Насекомоядные представлен во втором издании Красной книги 3 видами, Рукокрылые - 7 видами, отряд Грызуны - 1 видом, отряд Хищные - 9 видами и Копытные - 3 видами.

Таким образом, из позвоночных в группу редких и исчезающих видов внесено, на данный момент, 114 видов, что составляет почти те же самые 26 % от общего количества видов, обитающих в республике, то есть около четверти. Это, конечно, тревожный показатель, связанный с интенсификацией хозяйственной деятельности, антропогенной трансформацией ландшафтов, загрязнением водной и наземной среды обитания животных [4]. Особенно остро проблема охраны касается видов, являющихся эндемичными или реликтовыми, нуждающимися в сохранении стабильных для них условий. Среди позвоночных к таким видам относятся:

- из рыб - форель эйзенамская, эндемик Чеченской республики, нигде более не встречающийся;
- из рептилий - ящерица кавказская веденская, ящерица грузинская чеченская - эндемичные подвиды Чеченской Республики, гадюка Динника, гадюка Лотиева, эндемики Кавказа;
- из птиц - улар кавказский, тетерев кавказский- также эндемики Кавказа.

Среди млекопитающих к ним относятся бурозубка кавказская, кутора Шелковникова, малый крот, слепыш гигантский, кавказская выдра, кавказская норка, серна кавказская. Численность многих из них близка к критической, а большинство относится к первой категории природоохранного статуса состояния в природе и находится на грани вымирания. Некоторые виды уже исчезли из фауны Чеченской Республики, такие как сайга, переднеазиатский леопард, зубр. Из беспозвоночных на грани исчезновения оказались красотел сетчатый, аполон кавказский, тонкопряд кавказский, чернушка иранская. Многие виды из ранее обычных, когда-то широко распространенных, резко сократили свой ареал, стали редкими, в связи с разрушением мест обитания и прямым преследованием. Это красотел пахучий, жужелица венгерская и кавказская, ктырь гигантский, орденская лента, махаон, падалирий, чесночница обыкновенная, гадюка степная, степной орел, филин, бурозубка Радде, перевязка, кот камышовый, олень благородный.

В сложившихся условиях важнейшей формой охраны редких и исчезающих видов и всего биоразнообразия фауны Чеченской Республики должно быть сохранение в естественном состоянии условий их обитания и популяций в целом, а для некоторых видов и искусственное воспроизводство [5]. Одной из лучших таких форм сохранения биоразнообразия являются особо охраняемые природные территории различных типов. На территории Чеченской Республики природных заповедников нет, но имеются биологические заказники, созданные в целях охраны хозяйственно-ценных, охотничье-промысловых, а также редких и исчезающих видов. Проведенная, в рамках ведения Красной книги Чеченской Республики, в течение ряда лет после публикации ее первого издания инвентаризация биоразнообразия ООПТ Чеченской Республики выявила значительно более широкий состав обитающих там видов, нуждавшихся в присвоении им природоохранного статуса редких и исчезающих, чем ранее было известно. Обновленный и дополненный общий список таких видов, обитающих в заказниках республики, приводится ниже.

БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ

Насекомые - Insecta

1. Коромысло рыжеватое - *Aeshna isosceles* (Muller, 1767)
2. Когдедетка похожий— *Onychogomphus assimilis* (Schneider 1845)
3. Стрелка красивая- *Coenagrion scitulum* (Rambur, 1842)
4. Боливария короткокрылая - — *Bolivaria brachyptera* (Pallas 17730)
5. Стекоза рыжая- *Libellula fulva* (Muller, 1764)
6. Красотел пахучий - *Calosoma sycophanta* (Linnaeus, 1758)
7. Карабус венгерский - *Carabus hungaricus* (Fabricius, 1792)
8. Карабус мавританский - – *Carabus maurus* (Adams, 1817)
9. Карабус кавказский - *Carabus caucasicus* (Adams, 1817)
10. Карабус нотус - *Carabus nothus* (Rapuzzi, 2018)
11. Карабус огромный = *Carabus macropus* (Chaudoir., 1877)
12. Карабус Бебера - – *Carabus boeberi* (Adams, 1817)
13. Карабус казачий - *Carabus kasakorum* (Semenov, 1896)
14. Дельтомер чеченский - – *Deltomerus tshetshenicus* (Zamotailov, 1992)
15. Стафилин пахучий - *Ocyrops olens* (O. Muller, 1764)
16. Трехус Комарова - *Trechus komarovi* (Belousov, 1990)
17. Закавказский жук - олень - – *Lucanus ibericus* (Motschulsky, 1845)

- 18.Бронзовка красивая - – *Protaetia (Cetonischema) speciosa* (Adams, 1817)
- 19.Бронзовка аффинис - *Protaetia (Eupotosia) affinis* (Andersch, 1797)
- 20.Усач альпийский - *Rosalia alpine* (Linnaeus, 1758)
- 21.Усач большой дубовый - *Cerambyx cerdo* Linnaeus 1758
- 22.Скосарь Евгения - *Otiorhynchus eugeni* Reitter 1896
- 23.Плинтус восточный - *Plinthus orientalis* Davidian, 1991
- 24.Шелкун краснокрылый - *Elater ferrugineus* Linnaeus, 1758
- 25.Пчела - плотник - *Xylocopa valga* Gerstaecker, 1872
- 26.Пчела - плотник фиолетовый - *Xylocopa violacea* (Linnaeus, 1758)
- 27.Сколия степная - – *Scolia hirta* (Schrenck, 1781)
- 28.Сколия - гигант - *Scolia maculate* (Dryu, 1773)
- 29.Шмель моховой - *Bombus muscorum* (Fabricius, 1775)
- 30.Шмель глинистый - *Bombus argillaceus* (Scopoli, 1763)
- 31.Шмель армянский - *Bombus armeniacus* Radoszkowski, 1877
- 32.Шмель Лезус - *Bombus laesus* Morawitz, 1875
- 33.Шмель пластинчатозубый - *Bombus cullumanus* (Kirby, 1802)
- 34.Ктырь гигантский - *Satanas gigas* (Eversmann, 1855)
- 35.Аскалаф пестрый - *Ascalaphus macaronius* (Scopoli, 1768)
- 36.Апполон Нордмана - – *Parnassius nordmanni* (Menetries, 1849)
- 37.Апполон черный - *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758)
- 38.Апполон - *Parnassius appollo* (Linnaeus, 1758)
- 39.Голубянка Мелиагр = *Polyommatus daphnis* (Denis et Schiffermuller, 1775)
40. Желтушница Аврорина - *Colias aurorina* (Herrich–Schaffer, 1850)
- 41.Желтушница Кавказская - *Colias caucasica* (Staudinger, 1871)
- 42.Лента орденская Малиновая - *Catocala sponsa* (Linnaeus, 1767)
- 43.Чернушка Иранская - *Erebia iranica* Grum – Grshimailo, 1895
- 44.Медведица Красноточечная - *Utetheisa pulchella* (Linnaeus, 1758)
- 45.Медведица госпожа - *Callimorpha dominula* (Linnaeus, 1758)
- 46.Медведица гера = *Callimorpha quadripunctaria* (Poda, 1761)
- 47.Бражник "мертвая голова" - *Manduca atropos* (Linnaeus, 1758)

ПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Рыбы - pisces

- 1.Минога каспийская - *Caspiomyzon wagneri* (Kessler, 1870)
- 2.Форель ручьевая – *Salmo trutta morfa forio* (Linnaeus, 1758)
- 3.Лосось каспийский - *Salmo trutta caspius* (Kessler, 1877)
4. Кутум - *Rutilus frisii kutum* (Kamensky, 1901)
- 5.Шемая - *Alburnus chalcoides* (Gueldenstaedt, 1772)
- 6.Терский подуст - *Chondrostoma oxyrhynchum* (Kessler, 1877)
- 7.Усач Булат-Маи - – *Luciobarbus capito* (Gueldenstaedt, 1773)
- 8.Усач каспийский - – *Barbus brachycephalus* (Kessler, 1872)
- 9.Шиповка предкавказская - *Sabanejewia caucasica* (Berg, 1906)

Земноводные – Amphibia

- 10.Тритон Ланца – *Lissotriton lantzi* (Wolterstorff, 1914)

Пресмыкающиеся - Reptilia.

11. Круглоголовка вертихвостка - *Phrynocephalus guttatus* (Gmelin, 1789)
12. Желтопузик - *Pseudopus apodus* (Pallas, 1775)
13. Разноцветная ящурка - *Eremias arguta* (Pallas, 1773)
14. Быстрая ящурка - *Eremias velox* (Pallas, 1771)
15. Агама степная - *Trapelus Sanguinolentus sanguinolentus* (Pallas, 1814)
16. Гадюка Динника. – *Vipera dinniki* (Nicol'sky, 1913).
17. Гадюка Лотиева. – *Vipera Lotievi* (Nilson, Tunyev, Orlova, Andren, 1995).
18. Гадюка степная. - *Vipera renardi (ursine) renardi* Christoph, 1861
19. Круглоголовка ушастая – *Phrynocephalus mystaceus mystaceus* (Pallas, 1776).
20. Полоз желтобрюхий – *Coluber caspius (jugularis)* (Gmelin, 1789).
21. Полоз закавказский – *Elaphe hohenackeri* (Strauch, 1873).
22. Полоз оливковый. – *Coluber najadum najadum* (Eichward 1831)
23. Полоз узорчатый – *Elaphe dione* (Pallas, 1773)
24. Полоз четырехполосый (Палласов) - *Elaphe guatiorlineata sauromates* (Pallas, 1814)
25. Удавчик песчаный – *Eryx miliaris nogaorum* (Pallas, 1773).
26. Удавчик западный - *Eryx jaculus* (Linnaeus, 1758).
27. Черепаха средиземноморская. – *Testudo graeca* Linnaeus, 1758.
28. Ящерица кавказская веденская – *Darevskia (Lacerta) caucasica Vedenica* (Darevsky et Rotberg, 1999)

Птицы - Aves

29. Цапля египетская - *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758)
30. Колпица - *Platalea leucorodia* (Linnaeus, 1758)
31. Аист белый - – *Ciconia ciconia* (Linnaeus, 1758)
32. Лебедь малый - *Cygnus bewickii* (Yarrell, 1830)
33. Авдотка – *Burhinus oedicnemus* (Linnaeus, 1758)
34. Аист черный - *Ciconia nigra* (Linnaeus, 1758)
35. Баклан малый – *Phalacrocorax pygmaeus* Pallas, 1773).
36. Лунь степной - – *Circus macrourus* (S.G.Gmelin, 1771)
37. Подорлик большой - *Aquila clanga* (Pallas, 1811)
38. Беркут – *Aguila chrysaetos* (Linnaeus, 1758)
39. Орел-змееяд – *Circaetus gallicus* (Gmelin, 1788)
40. Орел могильник. – *Aguila heliaca* (Savigni, 1809).
41. Степной орел. - *Aguila rapax* (Temminck, 1828)
42. Орел-курганник – *Buteo rufinus* (Gretzschmar, 1827).
43. Орел-бородач. – *Gipaetus barbatus* (Linnaeus, 1758)
44. Скопа. – *Pandion haliaetus* (Linnaeus, 1758)
45. Орлан - белохвост. - *Haliaeetus albicilla* (Linnaeus, 1758)
46. Подорлик малый – *Aguila pomarina* (Brehm, 1831)
47. Стервятник - – *Neophron percnopterus* (Linnaeus, 1758)
48. Гриф черный - *Aegyrius monachus* (Linnaeus, 1766)
49. Сип белоголовый - – *Gyps fulvus* (Hablizl, 1783)
50. Балобан - – *Gyps fulvus* (Hablizl, 1783)
51. Пустельга степная. – – *Falco naumanni* (Fleischer, 1818).
52. Тювик европейский. - *Accipiter brevipes* (Severtzov, 1850.)

53. Дрозд синий каменный – *Monticola solitaries solitaries* (Linnaeus, 1758)
54. Дрофа – *Otis tarda* (Linnaeus, 1758)
55. Журавл красавка – *Anthropoides virgo* (Linnaeus, 1758)
56. Зук каспийский – *Charadrius asiaticus* (Pallas, 1763).
57. Казарка краснозобая – *Rufibrenta ruficollis* (Pallas, 1769).
58. Каравайка – *Plegadis folcinellus* (Linnaeus, 1766)
59. Крачка малая. – *Sterna albifrons* (Pallas, 1764).
60. Огарь. – *Tadorna ferruginea* (Pallas, 1764.)
61. Пеганка. – *Tadorna tadorna* (Linnaeus, 1758)
62. Пискулька – *Anser erythropus* (Linnaeus, 1758).
63. Савка. – *Oxiura leucocephala* (Schooli, 1769)
64. Стрепет. – *Tetrax tetrax* (Linnaeus, 1766)
65. Султанка. – *Porphirio porphirio* (Linnaeus, 1766)
66. Тетерев кавказский. – *Lururus mlocosiewiczzi* (Taczanowski, 1875)
67. Улар кавказский - *Tetraogallus caucasicus* (Pallas, 1811)
68. Кулик сорока - *Haematopus ostralegus longipes* (Buturlin, 1910)
69. Кроншнеп большой = – *Numenius arquata* (Linnaeus, 1758)
70. Тиркушка степная. – *Glareola normanni* (Nordmann, 1842.)
71. Фазан северокавказский. - *Phasianus colchicus* (Lorenz, 1888.)
72. Филин – *Bubo bubo* (Linnaeus, 1758)
73. Ходулочник – *Hymantopus hymantopus* (Linnaeus, 1758)
74. Чернеть белоглазая. – – *Aythya nyroca* (Guldenstadt, 1770)
75. Чирок мраморный. - *Anas angustirostris* (Menetries. 1832)
76. Шилоклювка – *Recurvirostra avossetta* (Linnaeus, 1758)
77. Сорокопут серый = *Lanius excubitor excubitor* (Linnaeus, 1758)
78. Горихвостка Краснобрюхая - *Phoenicurus erythrogaster* (Guldenstadt, 1775)

Млекопитающие -Mammalia

79. Кутора Шелковникова - *Neomis schelkovnikovi* (Satunin, 1913)
80. Бурозубка Радде – *Sorex raddei* (Satunin, 1895)
81. Белозубка белобрюхая - Бурозубка Радде – *Sorex raddei* (Satunin, 1895)
82. Подковонос малый – *Rhinolophus hipposidoros* (Borkhausen, 1797)
83. Подковонос большой – *Rhinolophus ferrumeguinum* (Schreber, 1774)
84. Ночница усатая - *Miotis mistacinus* (Kuhl, 1817)
85. Ночница остроухая. – *Myotis blithi* (Tomas, 1857)
86. Ушан бурый – *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758)
87. Вечерница гигантская - *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780)
88. Кожан двуцветный - *Vespertilio murinus* (Linnaeus, 1758)
89. Слепыш гигантский – *Spalax giganteus* (Nehringi, 1898)
90. Хорек степной - *Mustela Eversmanni* (Lesson, 1827)
91. Перевязка – *Vormela peregusha* (Gueldenstaedt, 1770).
92. Норка европейская. – *Mustela lutriola* (Linnaeus, 1758).
93. Выдра кавказская. - – *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758.)
94. Корсак. - *Vulpes corsac* (Linnaeus, 1758)
95. Кот камышовый кавказский – *Felis chaus* (Schreber, 1777)

96. Кот лесной кавказский - *Felis silvestris* (Schreber, 1777)
97. Рысь – *Felis lynx* (Linnaeus, 1758).
98. Леопард переднеазиатский – *Panthera pardus* (Satunin, 1914)
99. Олень кавказский благородный – *Cervus elaphus* (Linnaeus, 1758)
100. Серна кавказская = *Rupicapra rupicapra caucasica* (Lidekker, 1910)
101. bezoаровый козел – *Capra aegagrus* (Erxleben, 1777)

Исходя из выявленных закономерностей концентрации и распределения редких видов в заказниках республики и в целях улучшения возможностей их охраны и создания условий для воспроизводства в современных сложившихся условиях активизации фермерских хозяйств и усиления антропогенного воздействия, нами предлагаются следующее:

1. Создание Национального парка на базе заказника «Степной», с охватом Терского песчаного массива, для охраны гигантского слепыша, перевязки, оленя кавказского, дрофы, степного орла, пустельги, красавки, кулика-ходулочника, степной агамы, ящурок, круглоголовок мохноногого тушканчика и многих других видов, с выделением уникального урочища «Киссык», как заповедной зоны. В то же время статус национального парка позволяет выполнять хозяйственную деятельность и вести выпас скота в экономической зоне парка, содержать фермерские хозяйства, которые там имеются. Без сомнения, типичные ландшафты полупустыни и живописный оазис урочища " Киссык" будут весьма привлекательными для организации экологического туризма, при создании надлежащих условий, и созданию тура по кольцу " Природные зоны Чеченской Республики". от полупустыни до субальпийских лугов.

2. Создание Терско – Сунженского пойменно-лесного заказника с включением в единую охранную зону территории Парабочевского заказника, Брагунского заказника и пойменные леса устья реки Сунжи, для охраны имеющей свою специфику уникальной экосистемы пойменных лесов и обитающих там кавказского оленя, кавказской выдры, черного аиста и целого ряда других редких видов. Проведенные экспедиционные исследования последних лет показали высокий уровень как общего биоразнообразия этой территории, из – за многообразия биотопов, так и их единство и общность.

3. Создать на базе зоологического заказника «Советский», в верховьях рек Шаро-Аргун и Чанты-Аргун , трансграничный высокогорный природный заповедник, имеющий общие границы с дагестанским высокогорным заповедником и с высокогорным заповедником Грузии, для охраны и воспроизводства безоарового козла, переднеазиатского леопарда, популяций медведя, дагестанского тура, рыси, серны, беркута, стервятника, черного грифа, орла- бородача, кавказского тетерева, гадюки Лотиева, гадюки Динника и многих других редких видов. При таком подходе возможности для их сохранения, выживания и увеличения численности хозяйственно - значимых и охотничье промысловых видов значительно повысятся.

4. Урочище «Степная жемчужина» , в окрестностях станицы Старогладовской, перевести из статуса «Памятник природы» в статус ландшафтно-зоологического заказника, с охранной зоной, как уникального центра зооразнообразия в полупустынной зоне, для сохранения занесенных в Красную Книгу РФ ЧР 4 видов млекопитающих, 16 видов птиц, 7 видов рептилий и амфибий и уникальных песчаных полупустынных ландшафтов в окрестностях озера.

5. В рамках стратегии создания особо охраняемых территорий провести инвентаризацию всех водных и околоводных экосистем республики с целью выявления и создания, дополнительно к имеющимся, всех ключевых орнитологических территорий и водно-болотных угодий для охраны ряда ценных и редких птиц и других околоводных видов животных.

6. Необходима разработка и реализация программы работ по комплексному обследованию сохранившихся природных экосистем, выявлению ценных резерватов биоразнообразия, мест обитания редких видов, для создания кадастра нарушенных экосистем и мест концентрации ценных и редких видов, особенно в горных районах, и организации их локальной охраны.

7. Необходима разработка дорожной карт создания экологической сети ООПТ, о которых уже много сказано, путем объединения и расширения уже сложившихся форм охраны, обоснования и создания новых, включения в нее антропогенно нарушенных территорий для их восстановления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батхиев А.М. Редкие виды млекопитающих Чечни и Ингушетии и меры по их сохранению. // Экологические проблемы Чеченской Республики. Грозный: изд-во ЧГПИ, 1996. С.44-46.
2. Красная книга Чеченской Республики. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Грозный, 2007. 432 с.
3. Красная книга Чеченской Республики. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Второе издание. -Ростов Н/Дону, изд. «Полиграфкомбинат». 2020. 468с.
4. Батхиев А.М. Влияние антропогенного фактора на преобразование ландшафтов и терионаселение Чечни и Ингушетии. Грозный: изд-во ЧГПИ, Грозный, 1997. С. 34-37.
5. Батхиев А.М. Местная фауна (краткий обзор животных Чеченской Республики). Грозный, «Пилигрим», 2009. 160с.

REFERENCES

1. Batkhiev A.M. Rare species of mammals in Chechnya and Ingushetia and measures for their conservation // Ecological problems of the Chechen Republic. Grozny: ChGPI publishing house, 1996. Pp.44-46.
2. Red Book of the Chechen Republic. Rare and endangered species of plants and animals. - Grozny, 2007. 432 p.
3. Red Book of the Chechen Republic. Rare and endangered plant and animal species. Second edition. Rostov N/Don, 2020. 468 c.
4. Batkhiev A.M. Influence of the anthropogenic factor on the transformation of landscapes and the territorial population of Chechnya and Ingushetia. Grozny: ChGPI publishing house, Grozny, 1997. Pp. 34-37.
5. Batkhiev A.M. Local fauna (a brief overview of the animals of the Chechen Republic). Grozny, "Pilgrim", 2009. 160 p.

УДК 636 (092)

DOI: 10.34824/VKNPIRAN.2022.11.3.010

**ЖИЗНЬ, ОТДАННАЯ НАУКЕ
(К 90-ЛЕТИЮ ДОКТОРА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА
Х.Б.ХОКОНОВА)**

© Алчагиров Борис Ботокович (а), Дадашев Райком Хасимханович (б), Карамурзов Барасби Сулейманович (с)

- (а) Кабардино-Балкарский государственный университет, Российская Федерация, г. Нальчик; кафедра теоретической и экспериментальной физики, профессор, д.ф.-м.н., boris@alchagirov.ru
- (б) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория экспериментальной физики. Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Российская Федерация, г. Грозный; профессор, г.н.с. д.ф.-м.н., raikom50@mail.ru
- (с) Кабардино-Балкарский государственный университет, Российская Федерация, г. Нальчик; профессор, д.т.н., bsk-1947@mail.ru

Аннотация. В статье представлены основные этапы творческой деятельности видного ученого, педагога, доктора наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ и КБР, Хазратали Беслановича Хоконова, которому 18 мая 2022 г. исполнилось бы 90 лет со дня рождения и 65 лет творческой деятельности. Дается ретроспективный анализ основных научных результатов и выводов, сделанных Хоконовым Х. Б. Дана оценка вклада, который он внес в развитие физики поверхности и конденсированного состояния. Показана роль Х.Б. Хоконов в становление и развитие, известной во всем мире, научной школы по физике межфазных явлений. Выявлены наиболее значимые научные результаты, полученные им совместно с аспирантами и сотрудниками. Дана оценка научно-организационной, педагогической и общественной деятельности Хазратали Бесланович автор более 500 научных трудов. В их числе 30 изобретений и патентов, 12 монографий и 30 учебно-методических пособий. Под его руководством было защищено 10 докторских и 30 кандидатских диссертаций. Более 30 лет он возглавлял специализированный Совет по защите докторских и кандидатских диссертации.

Ключевые слова: биография, физика, химия, научная деятельность, образовательная деятельность, термодинамика поверхностных явлений, физика межфазных явлений, Хоконов Х.Б.

**LIFE DEVOTED TO SCIENCE
(TO THE 90TH ANNIVERSARY OF DOCTOR OF PHYSICAL AND
MATHEMATICAL SCIENCES, PROFESSOR KH.B. KHOKONOV)**

© **Alchagirov Boris Botokovich (a), Dadashev Raykom Khasimkhanovich (b), Karamurzov Barasbi Suleymanovich (c)**

(a) Kabardino-Balkarian State University, Russian Federation, Nalchik; Department of Theoretical and Experimental Physics, KBGU, Professor, Ph., boris@alchagirov.ru

(b) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; Laboratory of Experimental Physics. Chechen State University A. A. Kadyrov, Russian Federation, Grozny; Professor, Dr. Sci. of Physics and Mathematics, raykom50@mail.ru

(c) Kabardino-Balkarian State University, Russian Federation, Nalchik; Professor, Ph., bsk-1947@mail.ru

Abstract. The article presents the main stages of the creative activity of a prominent scientist, teacher, Doctor of Sciences, professor, Honored Scientist of the Russian Federation and KBR, Hazratoli Beslanovich Khokonov, who would have turned 90 years old on May 18, 2022 and 65 years of creative activity. A retrospective analysis of the main scientific results and conclusions made by Khokonov H. B. is given. An assessment of the contribution he made to the development of surface and condensed matter physics is given. The role of H.B. is shown. Khokonov in the formation and development of the world-famous scientific school on physics of interphase phenomena. The most significant scientific results obtained by him together with graduate students and staff are revealed. The assessment of scientific, organizational, pedagogical and social activities of Hazratoli Beslanovich, the author of more than 500 scientific papers, is given. Among them are 30 inventions and patents, 12 monographs and 30 teaching aids. Under his leadership, 10 doctoral and 30 candidate dissertations were defended. For more than 30 years, he headed the specialized Council for the defense of doctoral and candidate dissertations.

Key words: biography, physics, chemistry, scientific activity, educational activity, thermodynamics of surface phenomena, physics of interphase phenomena, Khokonov H.B.

Знание истории развития научных исследований, которая включает близкое знакомство с биографией и творческой деятельностью известных ученых, поднимает общий уровень развития студентов и аспирантов, прививает любовь к науке и научным исследованиям, патриотизм и гордость за свою страну. Этим, по-видимому, обусловлено то, что эти вопросы постоянно находятся в центре внимания исследователей как в РФ, так и за рубежом. Достаточно сказать, что в структуре РАН успешно работает коллектив института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН. Издаются научные монографии и статьи, посвященные этой проблеме. Выходит, научный журнал «История науки и техники», включенный в «перечень ВАК» и целиком посвященный этим вопросам. Однако, на этом фоне, недостаточно изученными остаются вопросы, касающиеся истории развития научных исследований в регионах РФ. Общеизвестно, что в регионах РФ работают, известные во всем мире своими достижениями, крупные ученые и научные коллективы. Результаты научной деятельности этих коллективов и ученых необходимо всесторонне проанализировать и дать объективную оценку. В связи с этим в Академии наук ЧР и КНИИ им. Х.

Ибрагимова РАН были относительно недавно были начаты исследования в этом направлении [1–5]. Продолжением этих исследований является и данная статья.

Хазратали Бесланович Хоконов родился в 1932 г. в селе Залукодес Зольского района КБАССР. Он был младшим в семье. Старший брат Султан участвовал в Великой Отечественной войне и в 1944 г. погиб в городе Сумы. Хазратали был трудолюбивым, способным и любознательным учеником. Со школьной семьи он очень любил физику и математику. Эту любовь к точным предметам он пронес через всю свою жизнь.

В 1950 г. он успешно сдает вступительные экзамены и становится студентом физико-математического факультета Кабардинского государственного педагогического института. С первого курса он учился только на «отлично». Его способности и трудолюбие были оценены по достоинству, о чем свидетельствует назначенная ему во втором семестре первого курса стипендия им. Ленинского комсомола. После окончания с отличием первого курса он становится Сталинским стипендиатом.

В 1954 г. Х.Б. Хоконов оканчивает пединститут с отличием и в том же году поступает в аспирантуру. Отметим, что в истории Кабардино-Балкарского университета Хазратали Хоконов и Аульдин Эльмесов (оба в разное время, ставшие деканами тогда еще физико-математического факультета КБГУ) были первыми аспирантами по физике, а в первый день открытия Кабардино-Балкарского госуниверситета в 1957 г., еще до окончания аспирантуры, Х.Б. Хоконов был принят на работу ассистентом кафедры общей физики.

В 1959 г., после окончания аспирантуры. Хоконов Х.Б. успешно защитил кандидатскую диссертацию. Однако Хазратали Бесланович не останавливается на достигнутом. Он, совместно с известным во всем мире физиком-теоретиком, профессором С.Н. Задумкиным, продолжает научные исследования по актуальным проблемам физики и химии поверхности. Это был крепкий творческий союз двух ученых, которые были готовы отдать все силы и энергию ради достижения научной истины. Они сумели зажечь сердца молодых студентов и аспирантов любовью к физике. На факультете еженедельно проводились заседания научного семинара, где обсуждались актуальные проблемы современной физики. На этом семинаре все были равны. Начался процесс создания новых лабораторий. Разрабатываются новые приборы и методики измерения поверхностных свойств (поверхностного натяжения, молярных объемов и работы выхода электрона) металлов и сплавов как в жидком, так и твердом состояниях. Итогом очередного этапа этих исследований можно считать успешную защиту Х.Б. Хоконовым в 1975 г. докторской диссертации.

С 1960-го по ноябрь 1967 г. Хазратали Бесланович возглавил физико-математический факультет, став самым молодым деканом Советского Союза, о чем тогда писала газета «Комсомольская правда». Именно в эти годы в Кабардино-Балкарском госуниверситете шли тяжелые процессы преобразования педагогического института в государственный университет. Коллектив физико-математического факультета, под руководством Х.Б. Хоконова, блестяще справилась с этой задачей.

С 1966 г. Х.Б. Хоконов до конца жизни непрерывно заведовал различными кафедрами физики. Он внес большой вклад в разработку важнейших проблем физики межфазных явлений. В краткой статье трудно дать развернутый анализ огромного вклада, который внес Х.Б. Хоконов в физику межфазных явлений. Эта тема отдельного исследования. Поэтому мы решили ограничиться перечислением основных научных результатов, полученных Х.Б.

Хоконовым лично, или при его непосредственном участии. Далеко не полный перечень его научных достижений выглядит так:

- совместно с С.Н. Задумкиным в рамках термодинамической теории Гиббса выведены термодинамические уравнения, характеризующие условия равновесия фаз и межфазного слоя в гетерогенной системе с неограниченным числом компонентов, содержащей анизотропные фазы и искривленные поверхности. При выводе этих уравнений было учтено влияние размерных эффектов на свойства системы;
- с учетом наличия химического соединения между компонентами и особенностей строения поверхностного слоя и выведено общее уравнение изотерм поверхностного натяжения многокомпонентных систем. Из этого уравнения, как частные случаи, вытекают почти все известные уравнения изотерм поверхностного натяжения многокомпонентных растворов;
- с учетом ближней упорядоченности атомов выведено теоретическое уравнение для описания концентрационной зависимости поверхностного натяжения многокомпонентных систем:



Рис.1. Хазратали Бесланович Хоконов в своем рабочем кабинете
(на кафедре физики конденсированного состояния вещества)

- на базе электронно-статистической теории, разработанной С.Н. Задумкиным, получены выражения для энергии межфазных границ зерен, ориентационной и размерной зависимости поверхностной энергии и работы выхода электрона;
- совместно с аспирантами сотрудниками им разработаны оригинальные приборы и методы измерения основных свойств поверхностного слоя металлов и сплавов (поверхностной

энергии и поверхностного натяжения, различных вариантов избыточной адсорбции компонентов из растворов, контактного угла смачивания жидкостями твердых поверхностей, работы адгезии и т.д.). При этом особо следует отметить наиболее значимые из этих результатов. Прежде всего это - фотоэлектрический метод нескольких пучков для измерения работы выхода электрона, метод диспергирования твердых материалов (металлов и полимеров), компенсационный метод, или метод нулевой ползучести, который позволяет измерить поверхностное натяжение металлов и сплавов в твердом состоянии;

- совместно с аспирантами и сотрудниками им обнаружены и экспериментально изучены новые физические явления. К ним относятся: акустический эффект кристаллизации и электромагнитно-капиллярный эффект; эффект диспергирования пластинчатых твердых тел при быстрой релаксации напряжений всестороннего сжатия;

- выполнен целый ряд крайне важных и актуальных исследований свойств материалов, и на основе полученных результатов разработаны рекомендации по технологиям создания композиционных материалов специального назначения.

Под руководствами Хазратали Бесплановая в научных лабораториях Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова были сконструированы уникальные приборы, защищенные авторскими свидетельствами и патентами. Эти приборы имели целый ряд преимуществ перед имеющимися аналогами. Они позволяли многократно повысить производительность, точность и надёжность получаемых экспериментальных данных. Сконструированные приборы и разработанные методики измерения поверхностного натяжения и плотности позволили ему, совместно с аспирантами и сотрудниками провести систематические экспериментальные исследования температурной зависимости физико-химических свойств большого числа чистых металлов, двойных и тройных систем. В итоге, в результате упорного труда в течении нескольких десятков лет удалось собрать и систематизировать огромный экспериментальный материал по физико-химическим и эмиссионным свойствам металлов и сплавов, который используются во всем мире в качестве справочных данных. Критически анализ и научное обобщение полученных экспериментальных данных позволили Х.Б. Хоконову сделать важные выводы, которые легли в основу, проводимых в последние годы, научных исследований в области строения и свойств поверхностного слоя наносистем.

Огромное внимание Х.Б. Хоконов уделял решению прикладных задач. Остановимся на некоторых наиболее значимых и практически важных результатах. Совместно с сотрудниками Нальчикского электровакуумного завода и завода «Севкавренгтен» им был разработан уникальный рентгенодиагностический комплекс, который нашел применение в различных отраслях современной техники. Эти исследования легли в основу решения целого ряда практически важных проблем материаловедения и оборонной техники.

Хазратали Беспланович автор более 500 научных трудов, в числе которых 30 изобретений и патентов, 12 монографий и 30 учебных-методических пособий. Под его руководством защищено 10 докторских и более 30 кандидатских диссертаций

Под научным руководством и непосредственном участии Х.Б. Хоконова защищено 10 докторских и более 30 кандидатских диссертаций. Это огромный успех в плане подготовки высококвалифицированных научных педагогических специалистов. Более 30 лет он возглавлял диссертационный Совет по защите докторских и кандидатских диссертаций по

двум научным специальностям: физика конденсированного состояния вещества, теплофизика и теоретическая теплотехника.

После смерти профессора С.Н. Задумкина Хазратали Бесланович возглавил всемирно известную научную школу по физике поверхности и успешно руководил научным направлением «Физика межфазных явлений в конденсированных средах». Научные результаты, полученные в лабораториях Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова получили высокую оценку и признание как в научных кругах РФ, так и за рубежом.

Особо хотелось бы отдельно выделить огромный и неоценимый вклад Хазратали Беслановича в подготовку физиков высшей квалификации для Чеченской Республики. С середины 60 годов прошлого века были установлены тесные творческие связи между физиками КБГУ и ЧИГУ, которые оказали огромное благоприятное влияние на развитие физической науки в этих республиках. Известные сегодня в Чеченской Республике физики, занимающие руководящие должности в вузах и НИИ, в свое время прошли стажировку и аспирантуру в КБГУ под руководством Х.Б. Хоконова. Многие аспиранты вузов ЧР защитили кандидатские диссертации на совете, председателем которого был Х.Б. Хоконов. Достаточно сказать, что на этом совете в общей сложности защитили диссертации около 15 человек, в числе которых: Азиев С.Л. (1976); Нальгиев А.Г. (1976); Гайтемиров Р.У. (1988); Гудаев М. А. (1998) – зав. каф физики ЧГПУ; Кутуев Р.А. (2002) – проректор ЧГУ им А-Х.А. Кадырова; Элимханов Д.З. (2007) – директор центра проблем материаловедения АН ЧР; Саввин В.С. (2008, докторская диссертация); Успажиев Р. Т. – зав. кафедрой физики ГГНТУ; Зубхаджиев М-А.В. (2010) – зам. министра образования и науки ЧР; Хасанов А.И. (2017) – зав. кафедрой физической электроники ЧГУ; Джамбулатов Р.С. (2019) – зав. отделом физико-математических исследований КНИИ РАН и др. Эти специалисты, без преувеличения, составляют ядро физической школы Чеченской республики.

Особое место в деятельности Х.Б. Хоконова занимала педагогическая работа. Он работал и на высоком уровне читал лекции как по общей и теоретической физике, так и по спецкурсам: теплофизика, физика межфазных явлений и физика нано-систем.

Хазратали Бесланович был большим патриотом своей страны. Он еще в 90 - е годы прошлого века активно выступал за принятие конкретных мер по совершенствованию физического образования в стране. Он прекрасно понимал к чему может привести, наметившаяся в те годы тенденция к снижению интереса талантливых учащихся к естественно - математическим дисциплинам. Он сделал все возможное для решения этой проблемы. По его инициативе и под его руководством группой научных сотрудников университета и работников образовательных учреждений Кабардино-Балкарской республики была проведена огромная научно-методическая и организационная работа по разработке «Концепции физического образования в КБР». По итогам этой деятельности были подготовлены и изданы научные монографии. Эти результаты докладывались на Всероссийских и Международных форумах, а также на Всероссийском съезде «Физическое образование 21 века». По результатам научных исследований, проведенных в рамках реализации основных требований «Концепции физического образования в КБР» были разработаны и изданы программы и учебники по физике для 7-9-х классов.

На наш взгляд, эта работа не потеряла актуальности и в наши дни, так как способные выпускники школ, имеющие склонности к математике и физике, к великому сожалению,

преимущественно выбирают юридические и экономические специальности, а страна теряет существенную часть талантливых математиков, физиков и инженеров по архиважным направлениям современной науки, техники и технологии.

Х.Б. Хоконов проводил большую общественную работу – был членом парткома КБГУ и Нальчикского горкома КПСС, избирался депутатом Нальчикского городского Совета. Он – почетный профессор ТРГУ (г. Таганрог), академик Адыгской (Черкесской) Международной академии наук, Петровской академии наук и искусств и Международной академии информатизации. За плодотворную научно-педагогическую деятельность награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалью «За трудовую доблесть», медалью ордена «За заслуги перед Отечеством II степени», Почетным знаком Высшей школы СССР, грамотами Верховного Совета и Правительства КБР, правительств Чеченской Республики, Республики Адыгея, Северо-Кавказского научного центра высшей школы и др. Ему присвоены почетные звания «Заслуженный деятель науки КБР» и «Заслуженный деятель науки РФ». Последние 20 лет Хазратали Бесланович был членом Национального комитета РАН по теплофизике.

Вся жизнь и многогранная деятельность профессора. Х.Б. Хоконова была связана с Кабардино-Балкарией и ставшим ему родным КБГУ. Он проработал здесь всю жизнь, отдав все свои силы и знания студенческой молодежи. Таким мы и будем помнить его, Хазратали Беслановича Хоконова, который всегда был и останется для нас образцом высокой компетентности, широкой эрудиции и интеллигентности, отзывчивым и добрым человеком...

ЛИТЕРАТУРА

1. Дадашев Р.Х. Состояние и перспективы развития научных исследований в Чеченской республике//Вестник Академии наук Чеченской Республики. 2012. №2(17). С. 222-230
2. Дадашев Р.Х., Талхигова Х.С., Дадашева З.И. Становление и развитие научных исследований на кафедре общей физики Чеченского государственного университета//История науки и техники. 2012. №7. С. 10-13.
3. Дадашев Р.Х., Талхигова Х.С., Дадашева З.И. Человек многогранного таланта (к 75-летию доктора химических наук, профессора Межидова Вахида Хумаидовича // Вестник Академии наук Чеченской Республики .2013. №4 (21). С. 120-124.
4. Дадашев Р.Х., Элимханов Д.З. Талхигова Х.С. Х.И. Ибрагимов-основатель Комплексного научно-исследовательского института РАН // Наука и образование в Чеченской республике: состояние и перспективы развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 10 – летию со дня основания КНИИ РАН. Грозный,2011. С. 20-23.
5. Талхигова, Х. С. Актуальные проблемы преподавания физики / Х. С. Талхигова // Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы: материалы II международной научно-практической конференции. Новокузнецк: 2018. С. 194-196.

REFERENCES

1. Dadashev R.Kh. State and prospects for the development of scientific research in the Chechen Republic // Bulletin of the Academy of Sciences of the Chechen Republic. 2012. №2(17). С.222-230
2. Dadashev R.Kh., Talkhigova Kh.S., Dadasheva Z.I. Formation and development of research at the Department of General Physics, Chechen State University// History of Science and Technology. 2012. №7. С.10-13.
3. Dadashev R.Kh., Talkhigova Kh.S., Dadasheva Z.I. A man of many talents (on the 75th anniversary of Doctor of Chemistry, Professor Vakhid Kumaidovich Mezhidov // Bulletin of Academy of Sciences of the Chechen Republic .2013. № 4 (21). С.120-124.
4. Dadashev R.Kh., Elimkhanov D.Z. Talhigova Kh.I. Ibragimov-founder of the Complex Research Institute of RAS // Science and Education in the Chechen Republic: State and prospects for development: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference dedicated to the 10 - year anniversary of the KNII RAS. Grozny, 2011. 20-23.
5. Talhigova H. S. Actual problems of teaching physics / H. S. Talhigova // Issues of modern science: problems, trends and prospects: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. Novokuznetsk: 2018. С. 194-196.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ КВАДРАТИЧНОЙ ОШИБКИ ИЗМЕРЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ БЕНТОНИТА

© Джамбулатов Роман Суламбекович (а), Альтемиров Магомед Алхазурович (b)

(а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; отдел физико-математических исследований, заведующий отделом, научный сотрудник. Чеченский Государственный Университет им. А.А. Кадырова, г. Грозный; asldzam@mail.ru

(b) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; отдел физико-математических исследований, младший научный сотрудник, m_altemirov@bk.ru

Аннотация. В работе показано, что измерение поверхностного натяжения высокодисперсных суспензий представляет сложную задачу. Поэтому, для повышения воспроизводимости результатов экспериментальных измерений, мы апробировали новую методику измерения поверхностного натяжения дисперсных систем. Целью работы является определение средней квадратичной ошибки измерения поверхностного натяжения бентонитовой суспензии на основе результатов, полученных нами с использованием разработанной методики. Представленные результаты представляют собой соотношение случайной и систематической погрешности, полученные при измерении поверхностного натяжения водной суспензии бентонита.

Ключевые слова: поверхностное натяжение, ошибка измерения, суспензия бентонита, пространственные структуры, дисперсная система, случайная и систематическая ошибка измерения.

DETERMINATION OF THE MEAN SQUARE ERROR OF MEASURING THE SURFACE TENSION OF AQUEOUS BENTONITE SUSPENSIONS

© Dzhambulatov Roman Sulambekovich (a), Altemirow Magomed Alkhazurovich (b)

(a) Kh. I. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; Department of Physical and Mathematical Research, head of department, researcher. Chechen State University. A.A. Kadyrov Chechen State University, Russian Federation, Grozny; asldzam@mail.ru

(b) Kh. I. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; Department of Physical and Mathematical Research, head of department, junior researcher, m_altemirov@bk.ru

Abstract. The paper shows that measuring the surface tension of highly dispersed suspensions is a difficult task. Therefore, to improve the reproducibility of the results of experimental measurements, we tested a new technique for measuring the surface tension of dispersed systems. The purpose of the work is to determine the mean square error of measuring surface tension of bentonite suspension on the basis of the results obtained by us using the developed technique. The presented results represent the ratio of random and systematic error obtained in measuring the surface tension of an aqueous bentonite suspension.

Key words: surface tension, measurement error, bentonite suspension, spatial structures, disperse system, random and systematic error of measurement.

Вследствие то, что суспензии бентонита относятся к высокодисперсным системам, исследование их поверхностных свойств выходят на первое место с точки зрения актуальности. Критический анализ литературы, посвященный тематике исследования, часто имеет противоречивый характер [1,6-8].

По нашему мнению, количественное и качественное несоответствие получаемых экспериментальных результатов, прежде всего, может быть обусловлено следующими объективными причинами:

- бентонит – это минерал (основным компонентом является монтмориллонит), который способен диспергироваться в водной среде вплоть до образования частиц коллоидных размеров, при этом подобное диспергирование, по-видимому, протекает с различной скоростью для разных частиц, поскольку в обычных условиях суспензия представляет из себя полидисперсию. Поэтому, в таких системах наблюдается непрерывное осаждение грубодисперсных частиц, не достигших кинетической устойчивости что прямо или косвенно влияет на:

- величину поверхностного натяжения;
- способность образовывать коагуляционные структуры в водной дисперсионной среде;
- количество ионов, переходящих из твердой фазы в дисперсионную среду [7,8].

Таким образом, становится очевидным, что прецизионное измерение величины σ бентонитовых суспензий, являющейся чрезвычайно сложной системой по своей структуре, составу и степени дисперсности, является трудной задачей, в процессе решения которой необходимо учитывать совокупность факторов.

Из полученных данных определено, что наибольшее значение имеет правильный выбор метода измерения величины σ суспензии. В [5] было показано, что при измерении σ , по ряду факторов, более приемлемы статические методы. Связано это, прежде всего с тем, что в случае использования динамических методов измерения σ , например, метода максимального давления в газовом пузырьке, отрыва кольца или пластины, может нарушаться целостность коагуляционных структур [4]. Нарушение целостности подобных структур приводит к неправильной оценке энергетического состояния поверхностного слоя водной дисперсии, так как содержащиеся в данных структурах коллоидные частицы способны влиять на величину σ .

С этой целью нами был разработана методика измерения σ [5] дисперсных систем, основанная на учете влияния процесса седиментации на значение σ . Предложенная методика основана на использовании суперпозиции значений σ , полученных двумя методами измерения σ (метод висящей и метод лежащей капли). В то же время остается открытым вопрос о суммарной погрешности измерения σ по данной методике.

Ошибки, возникающие при измерениях, классифицируются как: систематические и случайные ошибки. По данным производителя, систематическая погрешность измерения кольца на тензиометре DSA-100 не превышает 1% [3]. Поэтому, учитывая, что значения σ измеряемых образцов в диапазоне 70-50 мН/м, то очевидно, что систематическая погрешность измерения по абсолютной величине не превысит 0,7 мН/м. Мы намеренно приводим максимальное значение погрешности и не учитываем тот факт, что большое количество измерений по этим двум методикам (около сотни измерений для одной концентрации) и дальнейшее арифметическое усреднение результатов, очевидно, должно приводить к уменьшению систематической ошибки измерения погрешности σ . Следовательно, указанное значение систематической погрешности (0,7 мН/м) является максимальным.

Поскольку систематическая погрешность является постоянной величиной в процессе измерения (при выполнении на одном оборудовании), разброс экспериментальных точек будет определяться случайной погрешностью.

Существует несколько методов оценки случайной погрешности [1]. Для этой цели чаще всего пользуются методом определения средней квадратичной погрешности измерения. Этот метод характеризуется тем, что с увеличением числа измерений погрешности измерений достигается определенный статистический предел за счет сведения случайных флуктуаций измеряемой величины до постоянного значения.

Как было показано в работе [3], используя программу DSA-1 интегрированной с тензометром DSA-100, можно обработать большой объем данных о зависимости концентрации от σ при малых значениях времени образования поверхности, приводящее к уменьшению случайной погрешности и упрощению процедуры определения погрешности измерения. Поэтому для определения случайной ошибки измерения σ водных суспензий бентонита с различной концентрацией твердой фазы были использованы результаты множества измерений образцов (3-4 серии измерений по 30 измерений в каждой или 100 - 120 измерений для одной концентрации).

Таблица 1

**Поверхностное натяжение бентонитовой суспензии
3% от плотности твердой фазы (N количество измерений)**

N	σ , мН/м	N	σ , мН/м	N	σ , мН/м
1	59,30	11	59,40	21	59,43
2	59,27	12	59,27	22	59,32
3	59,23	13	59,26	23	59,20
4	59,25	14	59,23	24	59,70
5	59,40	15	59,20	25	59,50
6	58,90	16	58,74	26	58,80
7	58,70	17	58,73	27	58,65
8	58,40	18	58,44	28	58,42
9	58,10	19	58,12	29	58,15
10	57,46	20	57,80	30	57,71

Среднее значение	59,10 мН/м
------------------	------------

Полученные экспериментальные результаты по концентрационной зависимости твердой фазы суспензии бентонита от величины σ (таблица 1) были использованы для определения погрешности измерения величины σ по следующей формуле:

$$S_n^2 = \sqrt{\frac{\sum(x-x_i)^2}{n(n-1)}}$$

где $x-x_i$ – погрешность одного измерения; n – общее число измерений. Расчеты показали, что значение этой ошибки равна $S_n = 0.31$ мН/м. Поскольку коэффициент Стьюдента при 30 измерениях равен 2, то средняя квадратичная ошибка измерения ($\Delta\sigma$) (при концентрации 3% твердой фазы бентонита) равна $\pm 0,62$ мН/м.

Согласно полученным экспериментальным результатам наибольший разброс значений σ наблюдался при концентрации твердой фазы 3 мас. % твердой фазы.

Следовательно, анализ полученных результатов позволяет утверждать, что суммарная погрешность измерения σ бентонитовой суспензии будет определяться, прежде всего, систематической погрешностью измерения σ на тензиометре DSA -100.

Выводы

Таким образом, влияние седиментации и диспергирования на величину σ можно учесть при использовании двух независимых методов. При этом основными требованиями, предъявляемыми к этим методам, являются: разнонаправленность в них процесса седиментации твердых частиц относительно поверхности и статистический характер измерения σ .

На наш взгляд, большая часть остальных факторов, оказывающих влияние на измеряемое значение σ , можно отнести к случайным ошибкам. И погрешность измерения σ , вызванная этими факторами, является случайной. Величину случайной погрешности можно снизить увеличением числа измерений до тех пор, пока она не станет существенно ниже систематической.

Как показано выше, при определении σ суспензии бентонитов, для снижения случайной составляющей до незначительной величины, необходимо проводить значительно большее число повторных измерений, чем при исследовании σ растворов органических веществ.

Таким образом, анализ основных факторов, оказывающих влияние на измеряемое значение σ , методических особенностей измерения σ , а так же расчет погрешности измерения σ , показывают, что использование разработанной нами методики измерения σ суспензии позволяет значительно повысить точность и воспроизводимость получаемых экспериментальных данных. Как показали представленные результаты, суммарная ошибка измерения σ суспензии бентонитов при числе повторных измерения равном 30 при 3-х масс. % будет определяться систематической ошибкой измерения σ прибором DSA-100.

ЛИТЕРАТУРА

1. Витюгин В.М., Фукс О.А., Сомова Т.Н. Исследование влияния концентрации бентонитовых суспензий на поверхностное натяжение и реологические свойства // Известия Томского политехнического института имени С.М. Кирова. 1977. Т. 214. С. 106-108.
2. Дадашев Р.Х., Джамбулатов Р.С., Дадашева З.И., Талхигова Х.С. Влияние некоторых факторов на изотермы поверхностного натяжения водных суспензий бентонита // Известия Кабардино-Балкарского университета. 2019. Т.9. №2. С.48-52.
3. Дадашев Р.Х., Джамбулатов Р.С., Элимханов Д.З. Измерение поверхностного натяжения методом висящей капли на тензиометре DSA-100 // Сборник Труды КНИИ РАН, Грозный, 2012. № 5. С. 3-7
4. Дадашев Р.Х., Джамбулатов Р.С., Элимханов Д.З. О влиянии пространственных структур на свойства поверхности суспензий бентонита // Вестник Академии наук Чеченской республики. № 2 (49). 2020. С. 21-24.
5. Дадашев Р.Х., Джамбулатов Р.С., Элимханов Д.З., Дадашев И.Н. Методика измерения поверхностного натяжения суспензии бентонитов // Журнал физической химии. 2020. Т. 94. № 7. С. 1114-1118.
6. Пономарев В.В., Бакун В.Г., Кононенко С.А., Савостьянов А.П., Изучение структуры и адсорбционных свойств природного и модифицированных бентонитов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия технические науки, 2008. № 3. С. 94-97.
7. Федорова, А. А. Поверхностное натяжение и адсорбция электролитов на границе раздела фаз водный раствор-газ // Журнал физической химии. 2007. Т. 81. № 7. С. 1279-1281.
8. Шантарин В.Д., Войтенко В.С. Физико-химия дисперсных систем. М.: Недра, 1990. 315 с.

REFERENCES

1. Vitiugin V.M., Fuchs O.A., Somova T.N. Study of the effect of the concentration of bentonite suspensions on the surface tension and rheological properties // Proceedings of the Tomsk Polytechnic Institute named after S.M. Kirov. 1977. T. 214. C. 106-108.
2. Dadashev R.Kh., Dzhambulatov R.S., Dadasheva Z.I., Talhigova H.S. The influence of some factors on the surface tension isotherms of aqueous suspensions of bentonite // Proceedings of the Kabardino-Balkarian University. 2019. T.9. № 2. C. 48-52.
3. Dadashev R.Kh., Dzhambulatov R.S., Elimkhanov D.Z. Measurement of surface tension by hanging drop method on tensiometer DSA-100 // Proceedings of KNII RAS, Grozny, 2012. № 5. C. 3-7.
4. Dadashev R.H., Dzhambulatov R.S., Elimkhanov D.Z. The influence of spatial structures on the surface properties of bentonite suspensions // Bulletin of the Academy of Sciences of the Chechen Republic. № 2 (49). 2020. C. 21-24
5. Dadashev R.H., Dzhambulatov R.S., Elimkhanov D.Z., Dadashev I.N. Methods for measuring the surface tension of bentonite suspensions // Journal of Physical Chemistry. 2020. T. 94. № 7. C. 1114-1118.
6. Ponomarev V.V., Bakun V.G., Kononenko S.A., Savostyanov A.P., The study of the structure and adsorption properties of natural and modified bentonites // Proceedings of higher

- educational institutions. North-Caucasian region. Technical Sciences Series, 2008. № 3. С. 94-97.
7. Fedorova, A. A. Surface tension and the electrolyte adsorption on the interface of the aqueous solution-gas phase (in Russian) // Journal of Physical Chemistry. 2007. Т. 81. № 7. С. 1279-1281.
 8. Shantarin V.D., Voytenko V.S. Physico-chemistry of dispersed systems. Moscow: Nedra, 1990. 315 p.

СУПЕРПОЗИЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ СУСПЕНЗИЙ

© Дадашев Райком Хасимханович (а), Джамбулатов Роман Суламбекович (б)

(а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; отдел физико-математических исследований, главный научный сотрудник. Академия наук Чеченской Республики, Российская Федерация, г. Грозный; raykom50@mail.ru

(б) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; отдел физико-математических исследований, заведующий отделом, научный сотрудник. Чеченский Государственный Университет им. А.А. Кадырова, Российская Федерация, г. Грозный; asldzam@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена методу, позволяющему нивелировать влияние седиментации на величину поверхностного натяжения суспензий. Для этого используются методы измерения поверхностного натяжения, в которых процесс седиментации разнонаправлен относительно исследуемой поверхности. Анализ полученных результатов показывает, что предложенный метод. Это позволяет практически исключить влияние процесса осаждения частиц твердой фазы на поверхностное натяжение систем, обладающих низкой кинетической устойчивостью. С помощью предложенного метода изучена зависимость концентрации твердой фазы на величину поверхностного натяжения водных суспензий бентонита в диапазоне 1-5% от твердой фазы.

Ключевые слова: Бентонит, поверхностное натяжение, суспензия, изотерма, твердая фаза, поверхностный слой.

SUPERPOSITION OF THE RESULTS OF SURFACE TENSION MEASUREMENTS OF SUSPENSIONS

© Dadashev Raykom Khasimkhanovich (a), Dzhambulatov Roman Sulambekovich (b)

(a) Kh. I. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; Department of Physical and Mathematical Research, head of department, senior scientist. Academy of Sciences of the Chechen Republic, Russian Federation, Grozny; raykom50@mail.ru

(b) Kh. I. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; Department of Physical and Mathematical Research, researcher. Chechen State University. A.A. Kadyrov Chechen State University, Russian Federation, Grozny; asldzam@mail.ru

Abstract. This work is devoted to a method that allows us to neutralize the effect of sedimentation on the value of the surface tension of suspensions. For this purpose, surface tension measurement methods are used in which the sedimentation process is multidirectional with respect to the surface under study. Analysis of the obtained results shows that the proposed method makes it possible to practically exclude the effect of sedimentation on the value of surface tension of disperse systems having low kinetic stability. The concentration dependence of surface tension of aqueous suspensions of bentonite in the range of 1 - 5 mass % of solid phase was studied using the proposed method.

Key words: bentonite, surface tension, suspension, isotherm, solid phase, surface layer.

Введение. Бентонит – глинистый природный минерал, который применяется в различных областях человеческой деятельности. Спектр использования бентонитов весьма широк и простирается от применений в пищевой промышленности до укрепления гидротехнических сооружений и приготовления буровых растворов.

Анализ состояния исследования высокодисперсного бентонита показывает, что имеется значительный объем экспериментальных и теоретических данных о влиянии дефектов решетки на кристаллическую структуру и ряде практически важных свойств дисперсных [1,5,7-10].

Во многих практических случаях используются поверхностные свойства суспензий бентонита. Известные методы физико-химического анализа нацелены на измерение и изучение поверхностных свойств однородных веществ. Существующий практический запрос на исследование поверхностных свойств дисперсных систем остаётся неудовлетворённым. В частности, до настоящего времени отсутствовал надежный способ измерения поверхностного натяжения (ПН) суспензий, позволяющий учитывать влияние седиментационного фактора на величину ПН. Поэтому дальнейшая разработка новых способов и решений для определения величины ПН суспензий до сих пор остается актуальной задачей.

Теоретическая часть

При разработке методики, позволяющей получать воспроизводимые значения ПН, необходимо учитывать то, что суспензии бентонита отличаются сложным химическим составом и структурой, что значительно затрудняет изучение целого ряда практически важных свойств [1,5,7-9].

Суспензия бентонита представляет собой полидисперсную систему, в процессе формирования которой наблюдаются седиментация, приводящая к изменению концентрации частиц бентонита в поверхностном/межфазном слое.

С другой стороны, принято считать, что частицы бентонита не могут оказывать непосредственное влияние на ПН водной суспензии. Поэтому для объяснения экспериментально наблюдаемых особенностей на изотермах ПН предлагают целый ряд параметров, напрямую не связанных с размерами частиц – состав жидкой фазы, наличие избыточных зарядов на поверхности [4], влияние электролитов [10]. Однако имеющиеся результаты исследований концентрационной зависимости ПН свидетельствуют о существенном влиянии частиц бентонита на величину ПН водной суспензии [3,10,11].

Поскольку каждому методу измерения ПН свойственны свои особенности формирования поверхности [6], все методы измерения по данному признаку можно разделить на две условные группы. К первой группе относятся методы, в процессе измерения которых происходит накопление седиментирующих частиц на поверхности (метод висящей капли, стагмометрический метод).

Ко второй группе можно отнести методы, в которых, наоборот, происходит уход частицы твердой фазы, в процессе седиментации из поверхности, т.е. в поверхностном слое со временем наблюдается снижение концентрации взвешенных частиц (методы лежащей капли, максимального давления в газовом пузырьке или в капле, метод капиллярного поднятия и др.). Очевидно, что при использовании одного из указанных методов, возникнут ошибки измерения ПН, обусловленные седиментационными процессами перераспределения частиц относительно поверхности, что приводит к зависимости величины ПН одного и того же объекта изучения от метода измерения и времени формирования поверхности. Поэтому, прежде чем приступить к рассмотрению методики измерения ПН подобных систем, необходимо было выяснить величину и направленность временной зависимости ПН и каким образом нивелировать ее влияние для получения объективного значения ПН исследуемой дисперсии.

Экспериментальная часть

Измерения ПН исследуемых образцов было проведено на установке DSA-100 [2], которая позволяет измерять ПН методами лежащей и висящей капли.

Двумя указанными методами была изучена временная зависимость ПН водных суспензий бентонита пяти различных концентраций (масс.%). Полученные результаты представлены на рис. 1 и 2.

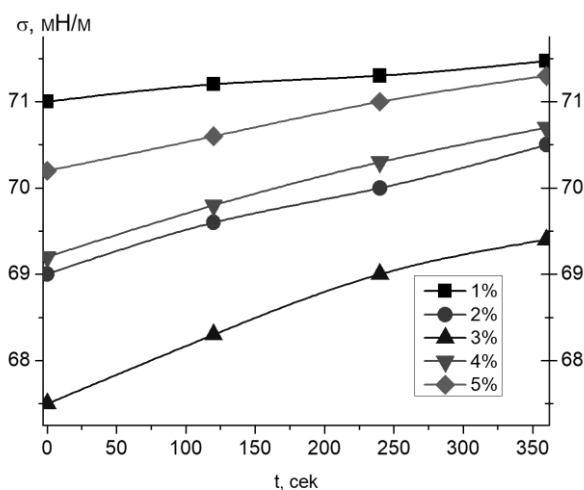


Рис.1. Временная зависимость ПН суспензии бентонита с различным содержанием твердой фазы при 298 К (метод лежащей капли)

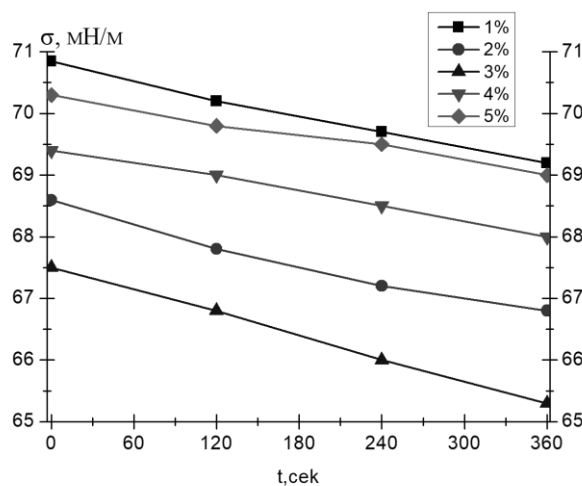


Рис. 2. Временная зависимость ПН суспензии бентонита с различным содержанием твердой фазы при 298 К (метод висящей капли)

Как видно из представленных изотерм на рис. 1, измерение ПН методом лежащей капли сопровождается увеличением ПН со временем образования капли.

На рис. 2 представлена временная зависимость ПН, полученная методом висящей капли. Как видно из этого графика величина ПН со временем образования поверхности уменьшается. Анализ кривых из рис. 1-2 показывает, что по мере увеличения концентрации дисперсной фазы в суспензии, при сохранении линейной зависимости ПН от времени, наблюдается увеличение углового коэффициента (положительного для метода лежащей и отрицательного для висящей капли) в абсолютном выражении. Наблюдаемые изменения ПН обусловлены прежде всего тем, что при измерении ПН методом лежащей капли частицы дисперсной фазы уходят из поверхности в результате процесса седиментации, что вызывает рост ПН во времени, приближаясь к значению ПН чистой воды. Наоборот, в методе висящей капли, процесс седиментации приводит к увеличению дисперсной фазы в поверхности капли, что приводит к наблюдаемому снижению ПН со временем.

Возникает вопрос, каким образом нивелировать влияние седиментации на результаты измерения ПН суспензии. Как экстраполировать полученные результаты к результатам, которые могли бы быть получены в невесомости? Анализ и обобщение полученных результатов позволил разработать следующую методику.

Сущность предлагаемого способа измерения ПН суспензии заключается в измерении ПН двумя методами: висящей и лежащей капли [2,6]. Как было показано на рис. 1 и 2, разнонаправленный процесс седиментации указанных методов измерений приводит к тому, что в одном случае в поверхности увеличивается концентрация частиц дисперсной фазы, во втором случае происходит уменьшение. В результате временные зависимости ПН в этих двух случаях демонстрируют противоположные изменения, – при использовании метода висящей капли наблюдается линейное (в пределах погрешности измерений) уменьшение ПН (рис. 2), ПН лежащей капли линейно возрастает со временем (рис. 1). При этом временные зависимости ПН одинаковы по абсолютной величине.

Суперпозиция результатов по ПН, полученных с помощью указанных методов измерения, в которых временные зависимости ПН равны по абсолютной величине, но разнонаправлены относительно исследуемой поверхности, позволяет свести к минимуму влияние седиментации.

На рис. 3 представлены кривые ПН водных суспензий бентонита, полученные посредством арифметического усреднения результатов измерения ПН методами лежащей и висящей капли. Как видно из кривых, имеются лишь незначительные отклонения от прямой, находящиеся в пределах ошибки эксперимента (0.1–0.3 мН/м). Постоянство значений ПН (в пределах погрешности измерений) свидетельствует, что метод суперпозиции результатов измерений, получаемых для висящей и лежащей капель, позволяет найти ПН, характеризующее суспензию с равномерно распределёнными по объёму частицами.

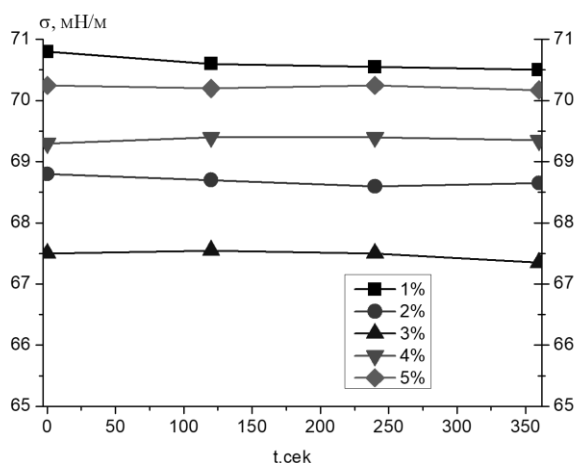


Рис. 3. Зависимость ПН суспензии бентонита с различной концентрации дисперсной фазы (суперпозиция результатов измерения поверхностного натяжения методами лежащей и висящей капли) от времени образования поверхности, при 298 К.

Об отсутствии влияния подложки на исследуемую жидкость (в качестве подложки используется рекомендованная производителем измерительной аппаратуры стандартная, фторопластовая пластина) на величину ПН можно судить, сравнивая результаты измерений с помощью лежащей капли, которая располагается на подложке, и висящей капли, когда подложка отсутствует.

На рис. 4 представлены изотермы ПН, полученные двумя указанными методами, а также изотерма, рассчитанная методом суперпозиции, при концентрации 3% масс твердой фазы.

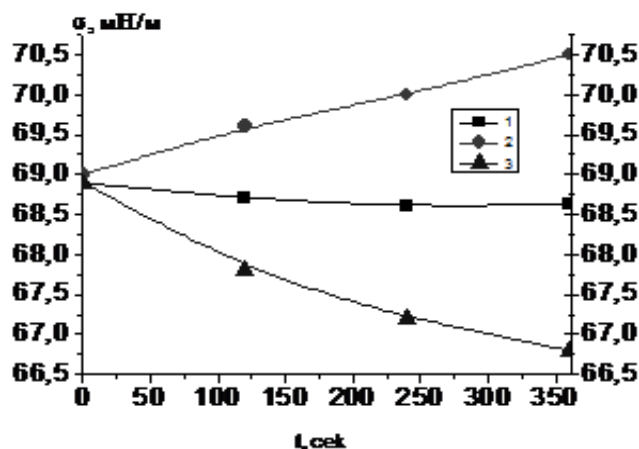


Рис. 4. Временная зависимость поверхностного натяжения суспензии бентонита при 3 масс. % дисперсной фазы: 1- суперпозиция результатов измерения ПН суспензии двумя методами; 2 - метод лежащей капли; 3-метод висящей капли, при 298 К

Как видно из изотерм 2 и 3, угол наклона обеих изотерм ПН относительно оси составов является практически симметричным, что указывает на отсутствие существенного влияния подложки на измеряемую величину ПН.

Выводы

Поскольку скорость седиментации для одного и того же объекта, независимо от метода измерения является величиной постоянной, в методах висящей и лежащей капли, ввиду их методологических особенностей определения ПН, седиментация разнонаправлена относительно измеряемой поверхности. Поэтому концентрация твёрдых частиц будет одинакова и будет оказывать одинаковое влияние на величину ПН во времени в рассматриваемых методах измерения. Как показали представленные данные, суперпозиция результатов измерения ПН суспензии указанными методами позволяет практически исключить влияние седиментации частиц дисперсной фазы на величину ПН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вакалова Т.В., Хабас Т.А., Погребенков В.М., Верещагин В.И. Глины. Структура, свойства и методы исследования. Томск: Изд-во ТПУ. 2005. 248 с.
2. Дадашев Р.Х., Джамбулатов Р.С., Элимханов Д.З. Измерение поверхностного натяжения методом висящей капли на тензиометре DSA-100 // Сборник Труды КНИИ РАН. Грозный, 2012. № 5. С. 3-73.
3. Дадашев Р.Х., Джамбулатов Р.С., Элимханов Д.З. Особенности концентрационной зависимости поверхностного натяжения водных суспензий бентонитов // Журнал физической химии. 2015. Т. 89. № 8. С. 1338–1340
4. Кочурова Н.Н., Русанов А.И., Мырзахметова Н.О. Эффект Джонса-Рея и поверхностная электризация // Журнал Доклады академии наук СССР. 1991. Т. 316. № 6. С. 1425-1427

5. Межидов В.Х., Висханов С.С., Даудова А.Л. Химический состав бентонита (месторождения Чеченской республики) // Вестник академии наук ЧР. 2013. №1 (18). С. 13-19.
6. Русанов А. И., Прохоров В. А. Межфазная тензометрия. СПб.: Химия, 1994. 397с.
7. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы и материалы. 2-е изд., доп. М.: Техполиграфцентр, 2018. 407 с.
8. Урьев Н.Б. Динамическая, агрегативная и структурная устойчивость высококонцентрированных коллоиддисперсных систем // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2017. Т. 53. № 1. С. 103-112.
9. Урьев Н.Б. Реологические и тиксотропные свойства водной суспензии бентонитовой глины, предварительно подвергнутой электродимаческому воздействию // Коллоидный журнал. 2011. Т. 73. № 1. С. 90-96.
10. Шантарин В.Д., Войтенко В. С. Физико-химия дисперсных систем. М.: Недра, 1990. 315с.
11. Dadashev R.H., Dzhambulatov R.S. Elimkhanov D.Z. Effect of Nanoscale Particles on the Surface Properties of Aqueous Suspensions of Bentonites // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics, 2018. V. 82. № 7. Pp. 902-904.

REFERENCES

1. Vakalova T.V., Habas T.A., Pogrebenkov V.M., Vereshchagin V.I. Clays. Structure, Properties and Methods of Research. Tomsk: Publishing house of TPU. 2005. 248 p.
2. Dadashev R.Kh., Dzhambulatov R.S., Elimkhanov D.Z. Measurement of surface tension by hanging drop method on tensiometer DSA-100 // Proceedings of KNII RAS. Grozny, 2012. № 5. Pp. 3-73.
3. Dadashev R.Kh., Dzhambulatov R.S., Elimkhanov D.Z. Features of the concentration dependence of the surface tension of aqueous suspensions of bentonite // Journal of Physical Chemistry. 2015. Т. 89. № 8. С. 1338-1340
4. Kochurova N.N., Rusanov A.I., Myrzakhmetova N.O. The Jones-Reay Effect and Surface Electrification," Journal of the Reports of the Academy of Sciences of the USSR. 1991. Т. 316. №6. Pp. 1425-1427
5. Mezhidov V.Kh., Viskhanov S.S., Daudova A.L. Chemical composition of bentonite (deposits of the Chechen Republic) // Bulletin of the Academy of Sciences of the CR. 2013. №1 (18). Pp 13-19.
6. Rusanov AI, Prokhorov VA Interfacial tensometry. SPb.: Chemistry, 1994. 397с.
7. Uryev N.B. Highly concentrated disperse systems and materials. 2nd ed., ext. Moscow: Tekhpolygraftsentr, 2018. 407 p.
8. Uryev N.B. Dynamic, aggregative and structural stability of highly concentrated colloidal disperse systems // Physicochemistry of surface and protection of materials. 2017. Т. 53. № 1. Pp. 103-112.
9. Uryev N.B. Rheological and thixotropic properties of an aqueous suspension of bentonite clay, previously subjected to electrodimactic influence // Colloidal Journal. 2011. Т. 73. № 1. С.90-96.
10. Shantarin V.D., Voytenko V. S. Physico-chemistry of dispersed systems. М.: Nedra, 1990. 315 p.

11. Dadashev R.H., Dzhambulatov R.S. Elimkhanov D.Z. Effect of Nanoscale Particles on the Surface Properties of Aqueous Suspensions of Bentonites // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics, 2018. V. 82. № 7. Pp. 902-904.

**АТОМНО-КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ТОПОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$**

© Умхаева Зарган Сайпудиновна (а), Терешина Ирина Семеновна (b),
Карпенков Алексей Юрьевич (с), Гацаев Зураб Шарудиевич (d),
Алиев Ислам Магомедович (e)

- (а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация, г. Грозный; отдел материаловедения, заведующий отделом, доцент, доктор физико-математических наук, zargan.umhaeva@yandex.ru
- (b) Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Российская Федерация, г. Москва; кафедра физики твердого тела, внс, доктор физико-математических наук, irina_tereshina@mail.ru
- (с) Тверской государственный университет им. М.В. Ломоносова, Российская Федерация, г. Тверь; кафедра конденсированного состояния, доцент, доктор физико-математических наук, karpenkov_alex@mail.ru
- (d) ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный; научный сотрудник НИ ЦКП «Нанотехнологии и наноматериалы», gacaev_195@mail.ru
- (e) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Российская Федерация, г. Грозный; отдел материаловедения, снс, кандидат физико-математических наук, ialiew@mail.ru

Аннотация. В данной работе приведены результаты синтеза и исследования новой многокомпонентной системы $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$, в которой магнитоактивные атомы диспрозия замещаются атомами немагнитного аналога РЗМ иттрием. Параметр замещения принимает значения $x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$. Исследована атомно-кристаллическая структура сплавов. Установлено, что структура сплавов – кубическая структура фазы Лавеса C15. Все сплавы однородны, содержание второй фазы не превышает 3%. При этом параметр решетки линейно возрастает с ростом параметра замещения. Методом электронной микроскопии изучена топология поверхностей сплавов системы $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$. Показано, что топология поверхности при последовательном замещении магнитоактивных атомов Dy атомами немагнитного Y меняется, особенно в местах сколов.

Ключевые слова: редкоземельные интерметаллиды, фазы Лавеса, атомно-кристаллическая структура, гигантская магнитострикция, температура Кюри, топология поверхности.

ATOMIC CRYSTAL STRUCTURE AND SURFACE TOPOLOGY OF MULTICOMPONENT ALLOYS OF THE $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ SYSTEM

© Umkhaeva Zargan Saipudinovna (a), Tereshina Irina Semenovna (b),

**Karpenkov Alexei Yurievich (c), Gacaev Zurab Sharudievich (d),
Aliev Islam Movldievich (e)**

- (a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; Department of Materials Science, Head of the Department, Associate Professor, D. in Physics and Mathematics, zargan.umhaeva@yandex.ru
- (b) Lomonosov Moscow State University. M.V. Lomonosov Moscow State University, Russian Federation, Moscow; Department of Solid State Physics, VNS, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, irina_tereshina@mail.ru
- (c) Lomonosov Tver State University, Russian Federation. M.V. Lomonosov Moscow State University, Russian Federation, Tver; Department of Condensed State, Associate Professor, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, karpenkov_alex@mail.ru
- (d) Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation, Grozny; Researcher at the Research Center for Nanotechnology and Nanomaterials, gacaev_195@mail.ru
- (e) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; Department of Materials Science, S.S., Candidate of Physical and Mathematical Sciences, ialiew@mail.ru

Abstract. In this paper, we present the results of the synthesis and study of a new multi-component system $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$, in which magnetically active dysprosium atoms are replaced by atoms of the nonmagnetic atoms of yttrium. The replacement parameter takes the values $x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$. The atomic crystal structure of the alloys has been studied. It has been established that the structure of the alloys is the cubic structure of the C15 Laves phase. All alloys are homogeneous, the content of the second phase does not exceed 3%. In this case, the lattice parameter increases linearly with an increase in the substitution parameter. The topology of the surfaces of alloys of the $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ system has been studied by electron microscopy. It is shown that the topology of the surface changes when magnetically active Dy atoms are successively replaced by nonmagnetic Y atoms, especially at cleavage sites.

Key words: rare-earth intermetallides, Laves phases, atomic crystal structure, giant magnetostriction, Curie temperature, surface topology.

Введение. Одной из важнейших научно-технических задач современного материаловедения является поиск нового типа магнитных материалов, обладающих высокими магнитострикционными параметрами в заданном интервале магнитных полей и температур.

В этом отношении особый интерес вызывают интерметаллические соединения редкоземельных металлов с 3d - переходными металлами (Fe, Co, Ni, Mn), поскольку электронная структура этих соединений обуславливает появление целого ряда новых магнитных свойств, а гигантская магнитострикция, присущая редкоземельным ионам, позволяет разрабатывать новые магнитострикционные материалы на их базе. Прежде всего, это соедине-

ния стехиометрии RM_2 (R - редкоземельный элемент, M - 3d-металл). Указанная стехиометрия относится к так называемым фазам Лавеса и может обладать либо кубической (C15), либо гексагональной симметрией (C14).

При относительно простой кристаллической структуре фазы Лавеса сочетают в себе уникальные магнитные свойства, такие как гигантская магнитострикция [9], большой магнитокалорический эффект [1] и достаточно высокие температуры Кюри. Данные свойства существенно зависят от структурных особенностей сплавов [4, 2]. Поэтому изучение структуры твердых тел и физических свойств в их органической взаимосвязи является достаточно актуальной задачей и позволяет прогнозировать и получать материалы с наперед заданными свойствами.

Актуальность исследования структуры и магнитных свойств фаз Лавеса обусловлена тем, что фазы Лавеса являются перспективными материалами для применения в различных областях науки и техники в качестве магнитострикционных элементов в устройствах ультразвуковой техники, оптоэлектроники, автоматики и радиотехники, в качестве рабочих тел в магнитных холодильных машинах, в качестве датчиков малых перемещений и постоянных магнитов. Поиск экологически чистых источников энергии указывает на возможность использования их в качестве аккумуляторов водорода и дейтерия.

Наиболее интересны с этой точки зрения многокомпонентные сплавы [3]. Это обстоятельство заставляет синтезировать и исследовать квазибинарные, квазитернарные и более сложные системы на основе редкоземельных соединений со структурами фаз Лавеса с тем, чтобы формировать новые магнитные материалы с заданным комплексом оптимальных физико-химических характеристик [1].

В связи со сказанным нами были выбраны и синтезированы впервые многокомпонентные сплавы системы $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$. Эта система сплавов интересна тем, что в ее основе лежат известные соединения $DyFe_2$ и $SmFe_2$, обладающие достаточно большими значениями магнитострикции и высокими температурами Кюри, 635 К и 700 К, соответственно.

Идея создания сплавов $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ состояла в том, что при замещении атомов тяжелого редкоземельного металла Dy сначала легким редкоземельным элементом Sm в фиксированной концентрации, а затем Y (немагнитным аналогом РЗМ) при различных значениях параметра замещения $x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$, в сплавах системы будет наблюдаться конкуренция обменных взаимодействий Dy-Fe и Sm-Fe в зависимости от концентрации иттрия, вводимого в редкоземельную подрешетку. Поэтому исследование сплавов данной системы позволит изучить не только межподрешеточное обменное взаимодействие R-Fe при разбавлении редкоземельной подрешетки, но и обменное взаимодействие в самой редкоземельной подрешетке

Экспериментальные результаты

Сплавы новой многокомпонентной системы $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ синтезированы нами впервые. Параметр замещения в данной системе $x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$. Система интересна тем, что в ней, как сказано выше, будет наблюдаться конкуренция обменных взаимодействий Dy-Fe и Sm-Fe в зависимости от концентрации иттрия, вводимого в редкоземельную подрешетку. Поэтому исследование атомно-кристаллической структуры сплавов

данной системы при разбавлении редкоземельной подрешетки атомами немагнитного иттрия, позволит установить в дальнейшем взаимосвязь структуры и требуемых физико-химических свойств.

Синтез сплавов $(\text{Dy}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ нами произведен на основе высокочистых РЗМ и Fe в дуговой печи с нерасходуемым вольфрамовым электродом на медном водоохлаждаемом поду специальной конструкции в атмосфере очищенного инертного газа (аргона) при нормальном давлении. Далее образцы подвергались гомогенизирующему отжигу в течении 2 недель при $T = 2000 \text{ K}$.

Рентгеноструктурный анализ проводился для всех образцов на дифрактометре Empyrean Panalytical в геометрии Брэгга-Брентано (θ - 2θ режимы 40мА, 40кV). Фаза идентифицировалась по рефлексам (222), (311) и (220). Анализ дифрактограмм проводился с помощью программного обеспечения FullProf. Дифрактограммы, полученные в области комнатных температур представлены на рис. 1.

Рентгеноструктурный анализ, проведенный нами, показал, что все сплавы системы $(\text{Dy}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ являются однофазными и обладают структурой кубической фазы Лавеса C15. Особенности кристаллической и магнитной структуры соединений $\text{R}^I\text{R}^{II}\text{Fe}_2$ достаточно хорошо изучены [5,6]. Структура типа MgCu_2 (рис. 2) имеет кубическую симметрию и относится к пространственной группе $\text{Fd}\bar{3}m\text{-O}_h^7$. Элементарная ячейка стехиометрии RM_2 содержит 8 формульных единиц или 24 атома, располагающихся в двух неэквивалентных положениях [8]: 8(a) и 16(d).

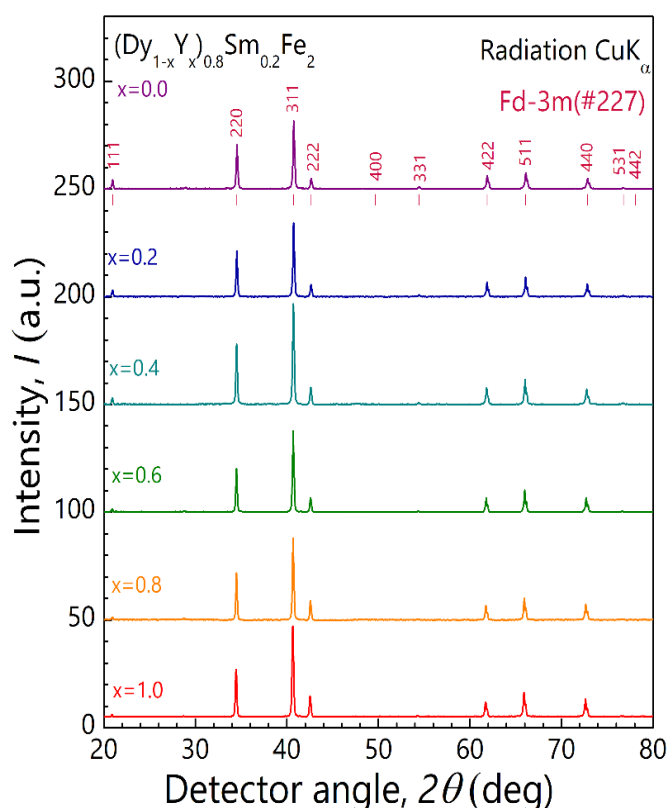


Рис. 1. Спектры рентгеновского отражения для сплавов системы $(\text{Dy}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ при различных значениях параметров замещения x

Кристаллическую решетку RM_2 можно представить в виде двух подрешеток, образованных соответственно атомами R и M, вставленных одна в другую. Атомы M располагаются в вершинах тетраэдров, которые соединяются друг с другом своими вершинами, как это показано на рис. 2, образуя непрерывный каркас. Пустоты, образованные такими тетраэдрами, заполняются крупными атомами R.

Расположение атомов R аналогично расположению атомов углерода в структуре алмаза. Ближайшими соседями редкоземельного элемента являются 12 ионов M и 4 иона R3M; ближайшими соседями атома M - 6 ионов R3M и 6 ионов M атомов. Если исходить из представлений модели плотной упаковки шаров, то оказывается, что образование фаз Лавеса достигается при таком расположении атомов, когда однородные атомы между собой соприкасаются, а между разнородными атомами точек соприкосновения нет.

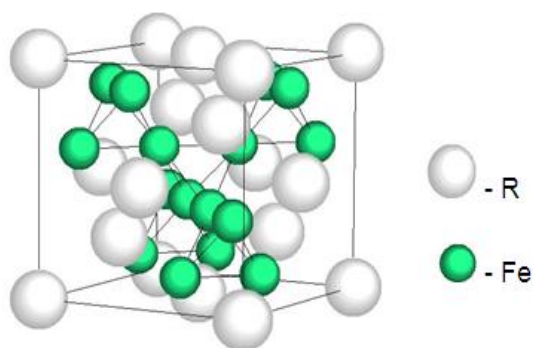


Рис. 2. Кристаллическая структура фаз Лавеса типа C15

Расчет параметра решетки по всем дифракционным максимумам основной фазы проведен методом Ритвельда. Найдено, что с ростом концентрации иттрия в соединениях $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$ параметр кубической решетки заметно возрастает с ростом содержания иттрия (рис. 3).

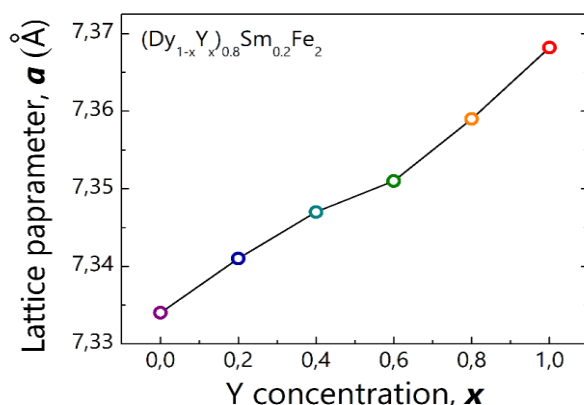


Рис. 3. Зависимость параметра кристаллической решетки от параметра замещения x в системе сплавов $(Dy_{1-x}Y_x)_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$

Нами проведено исследование состояния поверхности сплавов $Dy_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$, $Dy_{0.64}Y_{0.16}Sm_{0.2}Fe_2$, $Dy_{0.48}Y_{0.32}Sm_{0.2}Fe_2$, $Dy_{0.32}Y_{0.48}Sm_{0.2}Fe_2$, $Dy_{0.16}Y_{0.64}Sm_{0.2}Fe_2$ и $Y_{0.8}Sm_{0.2}Fe_2$

на растровом электронном микроскопе Quanta 200i 3D DualBeam. Подготовка образцов к исследованиям включала в себя шлифовку поверхности абразивом с последующим химическим травлением раствором соляной кислоты 1:10. Исследования были проведены при комнатной температуре.

Результаты исследования поверхности представлены на рис. 4. Известно, что электронная структура сплава очень сильно влияет на многие его свойства, и в том числе на состояние его поверхности [8].

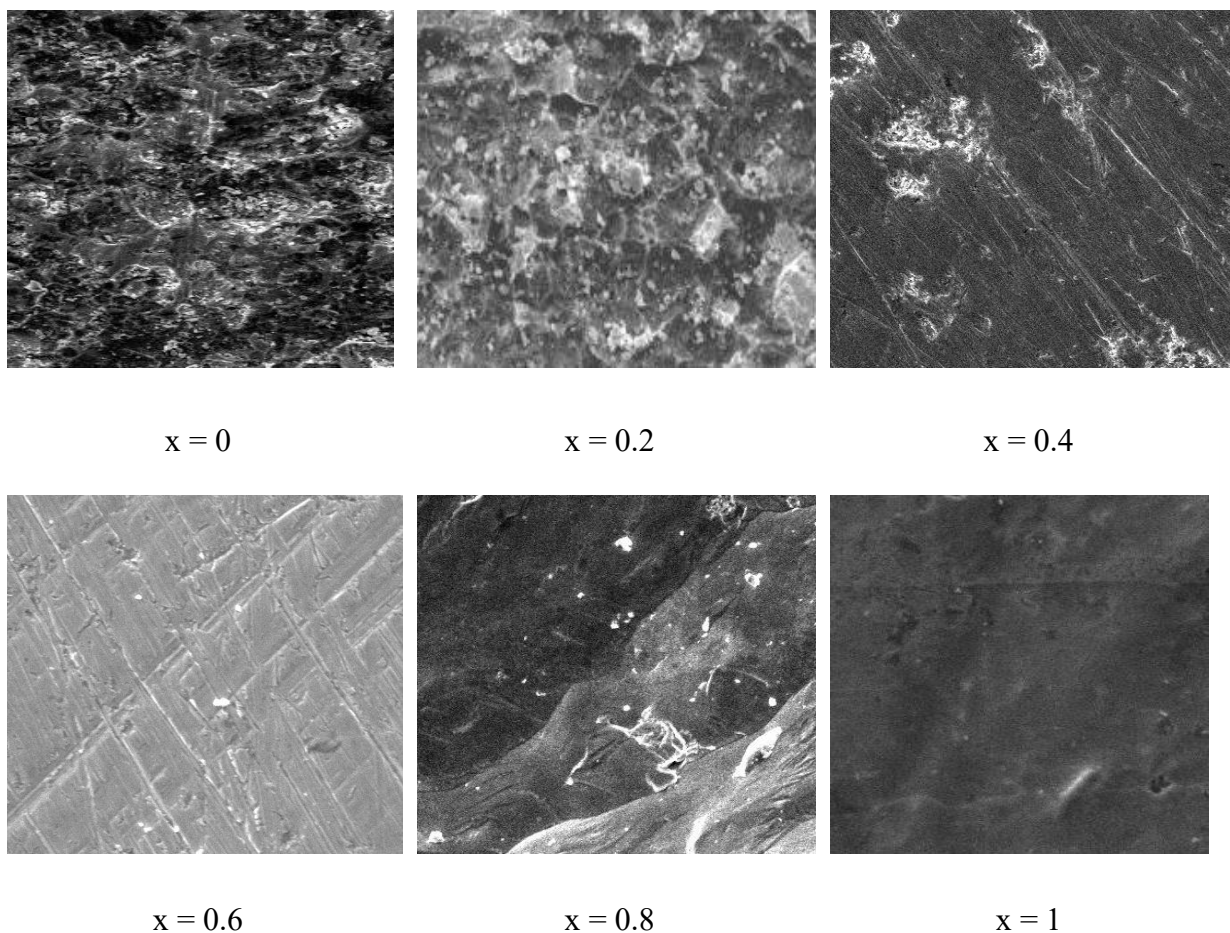


Рис. 3. Топология поверхности многокомпонентных сплавов системы $(\text{Dy}_{1-x}\text{Y}_x)_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{Fe}_2$ при значениях параметра замещения $x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$.

Известно, что электронная структура сплава очень сильно влияет на многие его свойства, и в том числе на состояние его поверхности. Нами получено, что при последовательном замещении магнитоактивных R-атомов атомами немагнитного иттрия топология поверхности меняется, особенно в местах сколов. Поверхность сплавов ближе к состоянию, в котором ожидается взаимная магнитная компенсация магнитных подрешеток, а это область вблизи $x = 0.62$ [7], становится более гладкой, почти зеркальной. К концу ряда вид поверхности снова становится почти исходным (рис.3). Считаем, что результаты исследования микроструктуры поверхности указанных сплавов при соответствующей обработке, которая

ведется в данное время, могут дать дополнительной информации о структуре и локальном распределении атомов в решетке в ходе замещения.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-22-00313, <https://rscf.ru/project/22-22-00313/>

ЛИТЕРАТУРА

1. Гшнайднер К., Айринг Л. Физика и химия редкоземельных элементов. М.: Металлургия, 1982. 336 с.
2. Илюшин А.С. Введение в структурную физику интерметаллических соединений. М.: МГУ, 1984. 99 с.
3. Илюшин А.С. Основы структурной физики редкоземельных интерметаллических соединений. М.: МГУ, 2005. 174 с.
4. Тейлор К. Интерметаллические соединения редкоземельных металлов. М.: Мир, 1974. 221 с.
5. Теслюк М.Ю. пренебречь Металлические всегда соединения со структурами выражений фаз Лавеса. М.: Наука, 1969. 136 с.
6. Умхаева З.С. «Структурные и магнитные фазовые превращения и сверхтонкие взаимодействия на ядре ^{57}Fe в фазах высокого давления сплавов квазибинарных систем $\text{R}^{1-x}\text{R}^{\text{II}}_x\text{M}_2$ и $\text{R}(\text{Fe}_{1-x}\text{M}_x)_2$ (R - РЗЭ, М - 3d-металл)» Дис. д-ра физ.-мат. наук. Грозный, КНИИ РАН, 2014. 339 с.
7. Умхаева З. С., Терешина И. С., Панкратов Н. Ю., Алиев И. М., Саид -Ахматова Ф. С-А. Теоретическое моделирование многокомпонентных систем на основе тяжелых редкоземельных элементов // Известия ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», 2022. № 2 (26). С. 07-13.
8. Устиновщиков Ю.И. Диффузионные фазовые превращения в сплавах // Успехи физических наук, 2014. Том 184. №7. С. 723-737.
9. Engdahl G. Handbook of giant magnetostrictive materials. London: Academic Press, 2000. P. 386.
10. Gschneidner Jr.K.A. Recent Developments in Magnetocaloric Materials // Rep. Progr. Phys, 2005. V. 68. Pp. 1479-1539.

REFERENCES

1. Taylor K. Intermetallic Rare-Earth Compounds. Wiley, London, 1971; М.: Mir, 1974. 221 p.
2. Pyushin A.S. Introduction to structural physics of intermetallic compounds. MOSCOW STATE UNIVERSITY, 1984. 99 p.
3. Pyushin A.S. Fundamentals of Structural Physics of Rare Earth Intermetallic Compounds. MOSCOW STATE UNIVERSITY, 2005. 174 p.
4. Taylor K. Intermetallic compounds of rare earth metals. Moscow: Mir, 1974. 221 p.
5. Teslyuk M.Y. Neglect Metallic always compounds with structures of expressions of phases of Lavez. М.: Nauka, 1969. 136 p.
6. Umkhaeva Z.S. «Structural and magnetic phase transformations and superfine interactions at the ^{57}Fe core in high pressure phases of quasibinary systems $\text{R}^{1-x}\text{R}^{\text{II}}_x\text{M}_2$ and $\text{R}(\text{Fe}_{1-x}\text{M}_x)_2$ »

- $xM_x)_2$ (R - REM, M - 3d-metal) alloys» D. dissertation in Physics and Mathematics. Grozny, CI RAS, 2014. 339 p.
7. Umkhayeva Z. S., Tereshina I. S., Pankratov N. Yu. M., Said-Akhmatova F. S. A. Theoretical modeling of multicomponent systems based on heavy rare earth elements // Proceedings of Chechen State University by A. A. Kadyrov, 2022. № 2 (26). С. 07-13.
 8. Ustinovshchikov Yu.I. Diffusive phase transformations in alloys // Uspekhi Physicalheskikh Nauk, 2014. Vol. 184, № 7. Pp. 723-737.
 9. Engdahl G. Handbook of giant magnetostrictive materials. London: Academic Press, 2000. P. 386.
 10. Gschneidner Jr.K.A. Recent Developments in Magnetocaloric Materials // Rep. Progr. Phys, 2005. V. 68. Pp. 1479-1539.

УДК 547.541.3, 547.542.7

DOI: 10.34824/VKNPIRAN.2022.11.3.014

ИМИДАЗОЛИНОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ В КАЧЕСТВЕ БИОЦИДНОЙ ДОБАВКИ К СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИМ ЖИДКОСТЯМ

© Бабаева Вафа Гидаят

Институт нефтехимических процессов им. Ю. Г. Мамедалиева Национальной Академии Наук Азербайджана, Азербайджан, г. Баку; кандидат химических наук, ст.н.с. лаборатории «Изучение антимикробных свойств и биоповреждений» ИНХП НАНА, Nuraybabayeva2008@gmail.com

Аннотация. Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) находят широкое применение в промышленных процессах механической обработки материалов (сверление, фрезерование, токарная обработка, резка и т. д.). Они используются для улучшения условий резания материалов и увеличения срока службы инструмента. Однако, в ходе применения свойства материалов и товаров ухудшаются вследствие повреждения бактериями, грибами, насекомыми как в условиях длительного хранения, так и при производстве, транспортировании и эксплуатации. В результате воздействия микроорганизмов на различные материалы снижается экономическая ценность товаров, нарушаются процессы эксплуатации изделий (биоповреждение). Одним из важнейших средств защиты промышленных материалов, в том числе топлив и масел, от микробиологического воздействия является использование биоцидных присадок. В настоящей работе представлены новые фунгицидные добавки к смазочно-охлаждающим жидкостям на основе синтезированных алкилгалогенидных комплексов имидазолина, полученного на основе норборненкарбоновой кислоты и диэтилентриамин. Показано, что полученные комплексы обладают ярко выраженной фунгицидной активностью в отношении целого ряда грибов и при концентрации 0.5 % способны подавлять их рост и, таким образом, предотвращать процесс биоповреждения. В связи с этим, синтезированные комплексы были рекомендованы для применения в качестве фунгицидной присадки для СОЖ.

Ключевые слова: имидазолины, норборненкарбоновая кислота, диэтилентриамин, биоцидные присадки, смазочно-охлаждающая жидкость

IMIDAZOLIN COMPLEXES AS A BIOCIDAL ADDITIVE TO LUBRICANT-COOLANT LIQUIDS

© Babayeva Vafa Gidayat

Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan, Baku; candidate of chemical sciences, senior researcher of the laboratory «Antimicrobial properties and bio-damage research» of INHP NASA,
Nuraybabayeva2008@gmail.com

Abstract. Lubricating fluids (coolants) are widely used in industrial processes of mechanical processing of materials (drilling, milling, turning, cutting, etc.). They are used to improve cutting conditions in materials and increase tool life. However, in the course of use, the properties of materials and goods deteriorate due to damage by bacteria, fungi, insects, both under long-term storage conditions and during production, transportation and operation. As a result of the impact of microorganisms on various materials, the economic value of goods decreases, the processes of product operation are disrupted (biological damage). One of the most important means of protecting industrial materials, including fuels and oils, from microbiological effects is the use of biocidal additives. This paper presents new fungicidal additives for cutting fluids based on synthesized alkyl halide complexes of imidazoline obtained from norbornenecarboxylic acid and diethylenetriamine. It was shown that the resulting complexes have a pronounced fungicidal activity against a number of fungi and, at a concentration of 0.5%, are able to suppress their growth and, thus, prevent the process of biodamage. In this regard, the synthesized complexes were recommended for use as a fungicidal additive for coolant.

Key words: imidazolines, norbornenecarboxylic acid, diethylenetriamine, biocidal additives, cutting fluid

Введение. Смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) представляет собой тип охлаждающей жидкости и смазки, специально разработанный для процессов металлообработки, таких как механическая обработка и штамповка. В ходе этих процессов материалы нагреваются и деформируются под воздействием условий высокого напряжения, что приводит к снижению качества обработки, выходу оборудования и инструмента из строя. Применение СОЖ снижает температуру во время обработки до приемлемого уровня за счет теплообмена и большего образования пара. Наличие смазывающих свойств у СОЖ значительно снижает возможность трения, износа, задиров и повреждений поверхностей обрабатываемых деталей и инструментов в зоне обработки. Применение СОЖ играет важную роль в повышении интенсивности технологических процессов и производительности оборудования.

Большое значение имеет разработка удобных методов синтеза для практического применения N-содержащих присадок с биоцидными свойствами, определение влияния структурных параметров на реакционную способность и эффективность присадок к смазочным материалам, а также исследование новых областей применения. В современное время возрастает спрос на присадки к смазочно-охлаждающим жидкостям. Наиболее эффективным способом защиты оборудования и инструментов, используемых в процессе обработки, от повреждений является химический метод, при котором в смазочно-охлаждающие жидкости добавляют биоцидные и фунгицидные присадки. Добавки не только останавливают

развитие живых клеток, но и полностью их уничтожают. Их правильное использование создает условия для повышения интенсивности технологических процессов и производительности оборудования.

В этом направлении имеются работы, показывающие высокую эффективность имидазолиновых комплексов для применения их в качестве биоцидных добавок [1-5]. Так, в одной из работ синтезированы и испытаны два диспергатора имидазолиновой структуры с целью улучшения характеристик двигателя за счет снижения отложений в топливном контуре [1]. Характеристика диспергаторов была произведена путем определения аминного азота. Их оценивали путем измерения стабильности суспензии и скорости седиментации наноразмерных металлических порошков железа и меди на приборе *Turbiscan Lab*. Стабильность суспензии увеличивается с увеличением содержания аминного азота в диспергаторах аналогичной структуры. Увеличение содержания добавки от 0 до 100 ppm улучшает стабильность суспензии. Показано, что карбоксильные соединения имидазолиновой структуры могут быть использованы в качестве диспергаторов дизельного топлива, при этом диспергирующие свойства проявляются тем сильнее, чем выше содержание аминного азота.

В работе [2] осуществлен синтез аминоэтилимидазолинов жирных кислот хлопкового масла с диэтилентриамином с помощью ультразвукового устройства, создающего эффект кавитации. Выход имидазолинов составил 90-95%. Исследовано влияние синтезированных имидазолинов на смазывающие свойства малосернистых дизельных топлив, обладающих низкими смазывающими свойствами. Результаты показали, что синтезированные имидазолины в концентрациях 200-250 ppm могут применяться в качестве присадок, улучшающих смазывающие свойства дизельных топлив.

В другой работе [3] изучено влияние amino- и гидроксэтилимидазолинов нефтяных кислот на антистатические свойства и смазывающую способность дизельного топлива. Исследования показали, что при повышении температуры кипения нефтяных кислых фракций влияние имидазолинов на антистатические свойства и смазывающую способность дизельного топлива снижается. Кроме того, известно, что влияние аминоэтилимидазолинов нефтяных кислот на антистатические свойства и смазывающую способность дизельного топлива лучше, чем влияние гидроксэтилимидазолинов. При их добавлении в дизельное топливо, антистатический эффект со временем усиливается.

Однако, исследования по применению имидазолиновых комплексов в качестве присадок к СОЖ в литературе практически отсутствуют. В связи с этим, нами проведены исследования для определения возможности применения имидазолиновых комплексов в качестве биоцидных добавок к СОЖ

Материалы и методы. В качестве исходных соединений были использованы следующие реагенты: 5-норборнен-2-карбоновая (бицикло[2.2.1]-2-гептен-5-карбоновая, НКТ) кислота представляет собой прозрачную жидкость с M_R 138, плотностью при 25⁰С 1.1226 г/см³, показателем преломления 1.4902, температурой кипения 136-138⁰С (10 мм.рт.ст.), иодным числом 75 г J₂/100 г; диэтилентриамин (2,2¹-иминоди-этиламин, ДЭТА) представляет собой прозрачную гигроскопичную жидкость с резким запахом и M_R 103, плотностью при 20⁰С 0.9520 г/см³, показателем преломления 1.4810, температурой кипения 206.7⁰С

Получение имидазолина на основе НКТ и ДЭТА осуществляли в трехгорлой колбе, снабженной механической мешалкой, термометром и капельной воронкой. В реакционную колбу помещают 0.5 моль 5-норборнен-2-карбоновой кислоты и нагревают до 80-100⁰С при

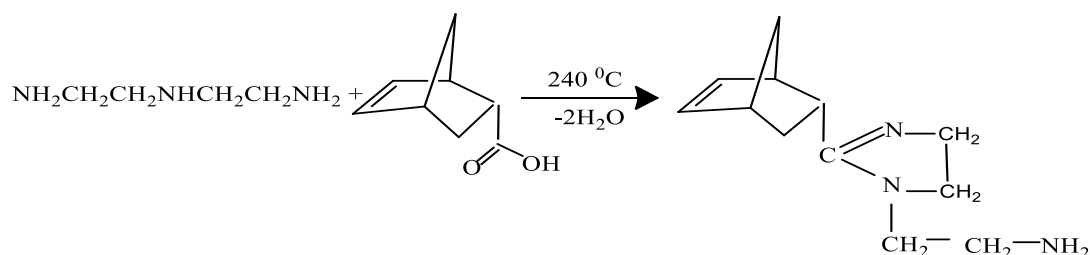
перемешивании. При этой температуре с помощью капельной воронки к кислоте добавляют 0,5 моль ДЭТА. Для синтеза имидазолина температуру нагревают до 240°C и при этой температуре реакция проводится в течение 3-3,5 ч. при интенсивном перемешивании. По истечении этого времени, нагревание прекращают, а перемешивание продолжают до понижения температуры до 50-60°C и затем синтезированный продукт переносят в колбу из темного стекла. Выход полученного имидазолина составляет 93%. В ходе реакции наряду с имидазолином, выделяется 2 моль воды.

В процессе получения неорганических комплексов имидазолинов были использованы алкилгалогениды $C_6H_{13}Br$ и $C_6H_{13}Cl$. Комплексы синтезировали методом N-алкилирования. При синтезе комплексов брали по 0,05 моль имидазолина и алкилгалогенидов в соотношении 1:1. Учитывая температуры кипения галогенидов, реакцию в основном проводили при перемешивании в трехгорлой колбе при температуре 80-90°C в течение 3 часов. При синтезе каждого комплекса в качестве растворителя использовали 20 г (25 мл) изопропилового спирта.

Антимикробные свойства комплексов изучали методом зональной диффузии по ГОСТ 9.052-88. Исследования проводили в Институте Химии Присадок имени академика А.М. Гулиева В качестве тест-культур использовали такие типы грибков как *Aspergillus niger*, *Cladosporium resiane*, *Penicillium chrysogenum*, *Trichoderma viride*). Результаты исследований сравнивали с результатами эталона (СОЖ).

После внесения приготовленной питательной среды в чашку Петри и ее охлаждения на поверхность питательной среды вносили микроорганизмы. Затем на поверхности среды с помощью стерилизованной палочки вскрывали бороздки глубиной 4–5 мм и диаметром 10 мм, в которые добавляли 0,3–0,5 мл исследуемых проб (комплексных соединений). Чашку Петри помещали в термостат и выдерживали при $29 \pm 2^\circ C$ в течение 3-4 дней для развития грибов

Результаты и их обсуждение. Реакция получения имидазолинга на основе НКТ и ДЭТА осуществлена по нижеприведенной схеме:



Полученный имидазолин представляет собой вязкую жидкость темно-коричневого цвета с резким запахом. Выход имидазолина составил 93 %. ИК-спектр имидазолина, полученного на основе НКТ и ДЭТА приведен на рис. 1 и в нем наблюдаются следующие полосы поглощения:

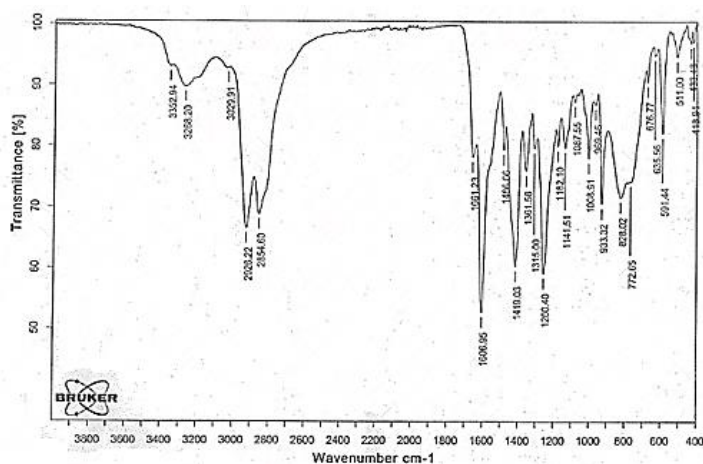
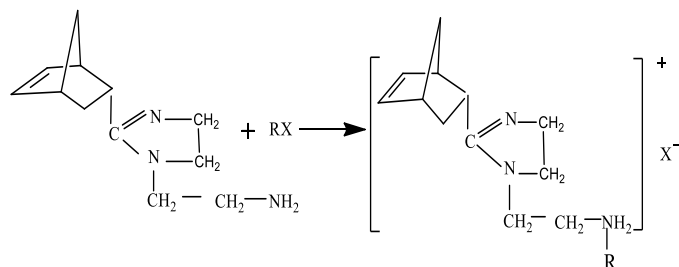


Рис. 1. ИК-спектр имидазолина на основе НКТ и ДЭТА

676, 772, 828 cm^{-1} – деформационные колебания связи N–H группы C–NH₂; 933, 969 cm^{-1} – полоса поглощения C=C связи непредельного углеводорода ; 1087, 1141, 1182, 1260 cm^{-1} – связь C–; 1315, 1361, 1419, 1486 cm^{-1} – деформационные колебания связи C–H групп CH₃, CH₂ и CH ; 1606 cm^{-1} – полоса поглощения связи N–H ароматического цикла и группы C–NH₂ ; 1661 cm^{-1} – полосы поглощения связи C=C непредельного углеводорода и связи C=N; 2854, 2926 cm^{-1} - валентные колебания связи C–H групп CH₃, CH₂ и CH; 3029 cm^{-1} валентные колебания связи C–H группы –HC=C–.

Получение неорганических комплексов имидазолина NDĪ. полученного на основе НКТ и ДЭТА протекает по нижеприведенному уравнению:



где RX = C₆H₁₃Br, C₆H₁₃Cl

Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние синтезированных комплексов на фунгицидные свойства СОЖ

№	Состав и формула соединения	Концентрация биоцида, %	Зона поражения микроорганизмов (см)
			Грибы (<i>Aspergillus niger</i> , <i>Cladosporium resiane</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i> , <i>Trichoderma viride</i>)
1	NDĪ+C ₆ H ₁₃ Br	0.5	1.0-1.0
		0.25	+++
2	NDĪ+C ₆ H ₁₃ Cl	0.5	1.1-1.1
		0.25	+++

Контрольный образец - СОЖ	–	+++
------------------------------	---	-----

Как видно из табл. 1, при концентрации комплекса в составе СОЖ 0.5 % зона угнетения микроорганизмов составляет 1.0-1.1 см. Однако, при более низких концентрациях синтезированные комплексы не оказывают существенного влияния на анализируемые грибки. Это приводит к выводу о том, что полученные нами комплексы на основе имидазолина и гексилгалогенидов проявляют фунгицидный эффект при концентрации 0.5 %.

Выводы. В представленной работе осуществлен синтез неорганических комплексов имидазолина, синтезированного на основе норборненкарбоновой кислоты и диэтилентриамины. В качестве неорганического аниона использованы гексилхлоридный и гексилбромидный реагенты. Синтезированные комплексы испытаны в качестве фунгицидной присадки к смазочно-охлаждающим жидкостям. На основе проведенных испытаний установлено, что синтезированные комплексы при концентрации 0.5 % обладают ярко выраженной фунгицидной активностью и могут быть использованы на практике в качестве фунгицидной присадки к СОЖ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Argesanu C., Bombos D., Vasilevski G. Imidazoline type dispersants for fuels // *Revista de Chimie Bucharest Original Edition*. 2014. Vol. 65, № 3. Pp. 354-357.
2. Abbasov V.M., Mammadova T.A., Veliyev Kh. R. Hydroxy- and Aminoethyl Imidazolines of Cottonseed Oil Fatty Acids as Additives for Diesel Fuels // *Open Journal of Synthesis. Thoery and Applications*. 2015. Vol. 4, № 2. Pp. 33-39.
3. Namazov A.A., Abbasov V.M., Mammadova T.A. The application of amino- and hydroxyethylimidazolines of petroleum acids as multifunctional additives for diesel fuel // *Journal of Advances in Chemistry*. 2016. Vol. 11, № 10. Pp. 3828-3833.
4. Kasamanli Kh. H. The Comperative Research of the Antistatic Property of the Amino-And Hydroxyethyl Imidazolines of Petroleum and Oil Acids // *International Journal of Engineering Research and Technology*. 2016. Vol. 4, № 1. Pp. 38-42.
5. Pandey P., Somers A., Hait S. Synthesis of Oil Miscible Novel Silane Functionalised Imidazoline-Based ILs as Lubricant Additives: Characterization and Tribological Evaluations // *Tribology Letters*. 2022. Vol. 70. Pp. 25-29.

REFERENCES

1. Argesanu C., Bombos D., Vasilevski G. Imidazoline type dispersants for fuels // *Revista de Chimie Bucharest Original Edition*. 2014. Vol. 65, № 3. Pp. 354-357.
2. Abbasov V.M., Mammadova T.A., Veliyev Kh. R. Hydroxy- and Aminoethyl Imidazolines of Cottonseed Oil Fatty Acids as Additives for Diesel Fuels // *Open Journal of Synthesis. Thoery and Applications*. 2015. Vol. 4, № 2. Pp. 33-39.
3. Namazov A.A., Abbasov V.M., Mammadova T.A. The application of amino- and hydroxyethylimidazolines of petroleum acids as multifunctional additives for diesel fuel // *Journal of Advances in Chemistry*. 2016. Vol. 11, № 10. Pp. 3828-3833.

4. Kasamanli Kh. H. The Comparative Research of the Antistatic Property of the Amino-And Hydroxyethyl Imidazolines of Petroleum and Oil Acids // International Journal of Engineering Research and Technology. 2016. Vol. 4, № 1. Pp. 38-42.
5. Pandey P., Somers A., Hait S. Synthesis of Oil Miscible Novel Silane Functionalised Imidazoline-Based ILs as Lubricant Additives: Characterization and Tribological Evaluations // Tribology Letters. 2022. Vol. 70. Pp. 25-29.

ПРИМЕНЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРОВ В РЕАКЦИЯХ АМИНОМЕТИЛИРОВАНИЯ

© Гаджиева Гюльсум Энвер

Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева, Азербайджан, г. Баку;
к.х.н., в.н.с. лаборатории «Изучение антимикробных свойств и биоповреждений» ИНХП,
guslum.mete@mail.ru

Аннотация. Реакции аминометилирования являются одним из важнейших методов получения β -аминокарбонильных соединений, которые находят весьма широкое применение в различных областях промышленности и сельского хозяйства, в частности в качестве добавок к топливам и маслам, полимерным материалам, биодобавок, фармацевтических препаратов в медицине и др. Среди катализаторов этой реакции из большого разнообразия особо выделяются соединения меди. Литературные сообщения последних лет показывают, что медь-содержащие производные являются достаточно востребованными катализаторами в реакции аминометилирования. В представленной работе показаны результаты исследований реакции Манниха с участием норборненилметанола, формальдегида и вторичных аминов в присутствии катализатора – хлорида одновалентной меди. Определены физико-химические показатели синтезированных соединений. Химическое строение и структура синтезированных соединений подтверждены методами инфра-красной спектроскопии, ядерно-магнитного резонанса, а также данными масс-спектрометрии. Выходы синтезированных соединений находились в пределах 42-75 %. Изучена антимикробная активность синтезированных соединений в отношении различных патогенных микроорганизмов (золотистый стафилококк, кишечная палочка, синегнойная палочка, грибы Кандида). Показана высокая антимикробная активность синтезированных соединений в отношении вышеуказанных микроорганизмов.

Ключевые слова: медь-содержащие катализаторы, реакция аминометилирования, основания Манниха, вторичные амины, норборненилметанол.

APPLICATION OF COPPER CONTAIN COMPOUNDS AS CATALYSTS IN AMINOMETHYLATION REACTIONS

© Gadzhieva Gulsum Enver

Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes, Azerbaijan, Baku; Ph.D. in chemistry,
assistant professor of the laboratory "Antimicrobial properties and bio-damage studies" INHP,
guslum.mete@mail.ru

Abstract. Aminomethylation reactions are one of the most important methods for the preparation of β -aminocarbonyl compounds, which are widely used in various fields of industry and agriculture, in particular, as additives to fuels and oils, polymeric materials, bioadditives, pharmaceutical preparations in medicine, etc. Among of the catalysts for this reaction, copper compounds stand out from a wide variety. Literature reports of recent years show that copper-containing derivatives are quite popular catalysts in the aminomethylation reaction. The presented work shows the results of studies of the Mannich reaction involving norbornenylmethanol, formaldehyde, and secondary amines in the presence of a catalyst, cuprous chloride. The physicochemical parameters of the synthesized compounds were determined. The chemical structure and structure of the synthesized compounds were confirmed by infrared spectroscopy, nuclear magnetic resonance, and mass spectrometry data. The yields of the synthesized compounds were in the range of 42-75%. The antimicrobial activity of the synthesized compounds against various pathogenic microorganisms (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida fungi*) was studied. The high antimicrobial activity of the synthesized compounds against the above microorganisms was shown.

Key words: copper-containing catalysts, aminomethylation reaction, Mannich bases, secondary amines, norbornenylmethanol.

Введение. Известно, что одним из наиболее широко используемым катализаторов в реакции аминометилирования являются соединения меди. Так, в работе [1] показано, что желтые полимерные соединения алкинил-меди (I), наблюдаемые в трехкомпонентных реакциях Манниха алкинов, вторичных аминов и альдегидов, являются прекатализаторами, дающими каталитические комплексы алкинов меди (I) при взаимодействии со вторичными аминами. Взаимодействие этих комплексов с ионами иминия (образованными из альдегидов или их эквивалентов, включая CH_2Cl_2) приводит к образованию оснований Манниха с высокими выходами.

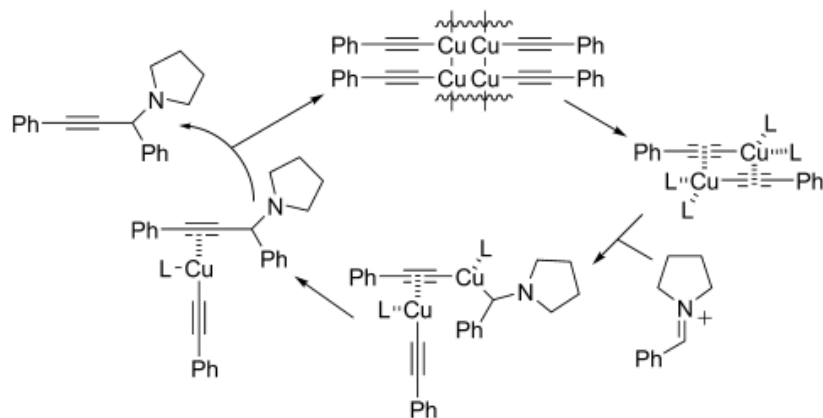
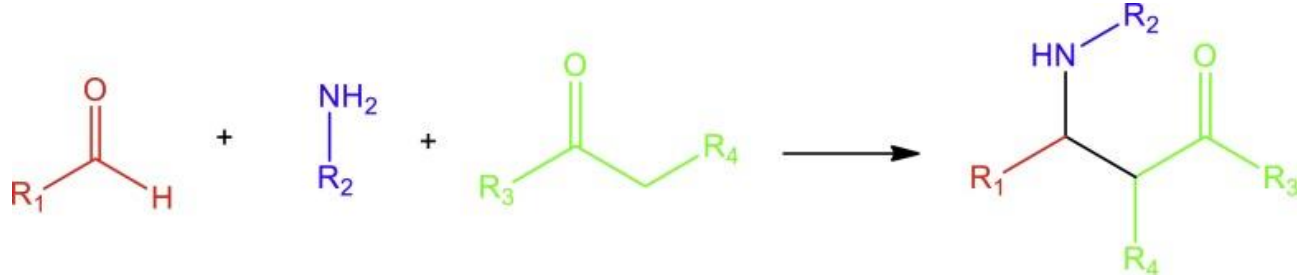


Схема 1. Реакция аминометилирования с участием алкинов, альдегидов в вторичных аминах в присутствии алкинил меди (I)

В работе [2] описана экологически чистая одnoreакторная многокомпонентная реакция различных альдегидов, аминов и нитроалканов для синтеза β -нитроаминов. Показано, что Amberlyst A-21 на носителе CuI оказался высокоэффективным новым гетерогенным катализатором для трехкомпонентной нитро-реакции Манниха между альдегидами, аминами

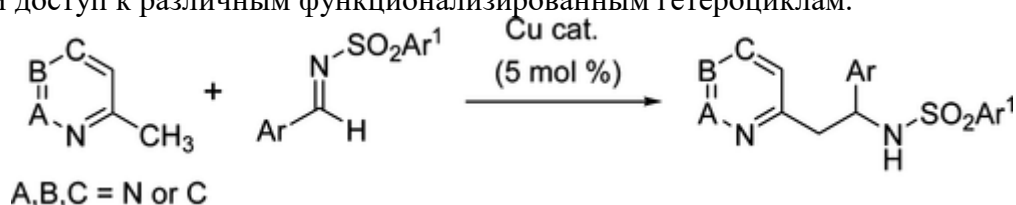
и нитроалканами. Разработанный метод выполняется в среде, не содержащей растворителей, для получения различных β -нитроаминов с выходом от хорошего до превосходного в течение короткого времени реакции. Катализатор можно легко приготовить и восстановить. Он был протестирован до восьми раз с незначительной потерей активности.



$R_1, R_2, R_3, R_4 = H, \text{ alkyl, aryl}$

Схема 2. Трехкомпонентная реакция Манниха с участием альдегидов, аминнов и нитроалканов

Был разработан метод практического и прямого добавления α - и γ -алкилазаренов к N-сульфонилальдимидам [3]. Отмечено, что соли меди действуют как эффективные катализаторы кислоты Льюиса для прямых реакций типа Манниха, обеспечивая мягкий и быстрый доступ к различным функционализированным гетероциклам.



$A, B, C = N \text{ or } C$

Схема 3. Реакция аминометилирования для получения функционально замещенных гетероциклов

В работе [4] предложен новый метод образования связи C-C посредством комбинации реакции кросс-дегидрогенизирующего связывания и реакции нитро-Манниха, катализируемой с использованием бромида меди в присутствии окисляющего реагента трет-БуООН. Авторы отмечают, что эта комбинированная реакция обеспечивает простой и эффективный каталитический метод конструирования β -нитроамина посредством реакции между связями sp^3 C-H.

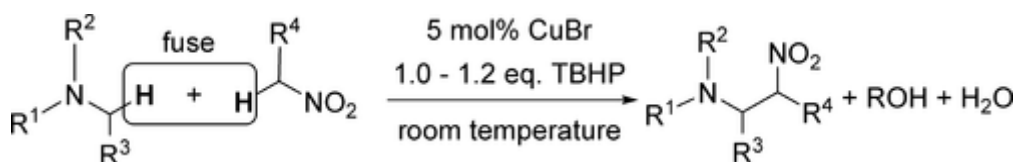


Схема 4. Получение β -нитроамина с помощью комбинированной реакции нитро-Манниха

Сообщается [5], что хиральные азиридины являются структурными единицами, обнаруженными во многих биологически активных соединениях, и являются важными строительными блоками в органическом синтезе. В этой работе путем слияния образования нуклеофилов посредством декарбоксилирования, катализируемого медью (I), и активации плохо электрофильных 2H-азиринов посредством протонирования карбоновыми кислотами раскрывается асимметричная декарбоксилирующая реакция Манниха между α, α -дизаме-

ценными цианоуксусными кислотами и 2Н-азиринами, что приводит к образованию хиральных азиридинов, содержащих вицинальные тетразамещенные и ациклические четвертичные стереогенные углеродные центры с диастерео- и энантиоселективностью от хорошей до отличной.

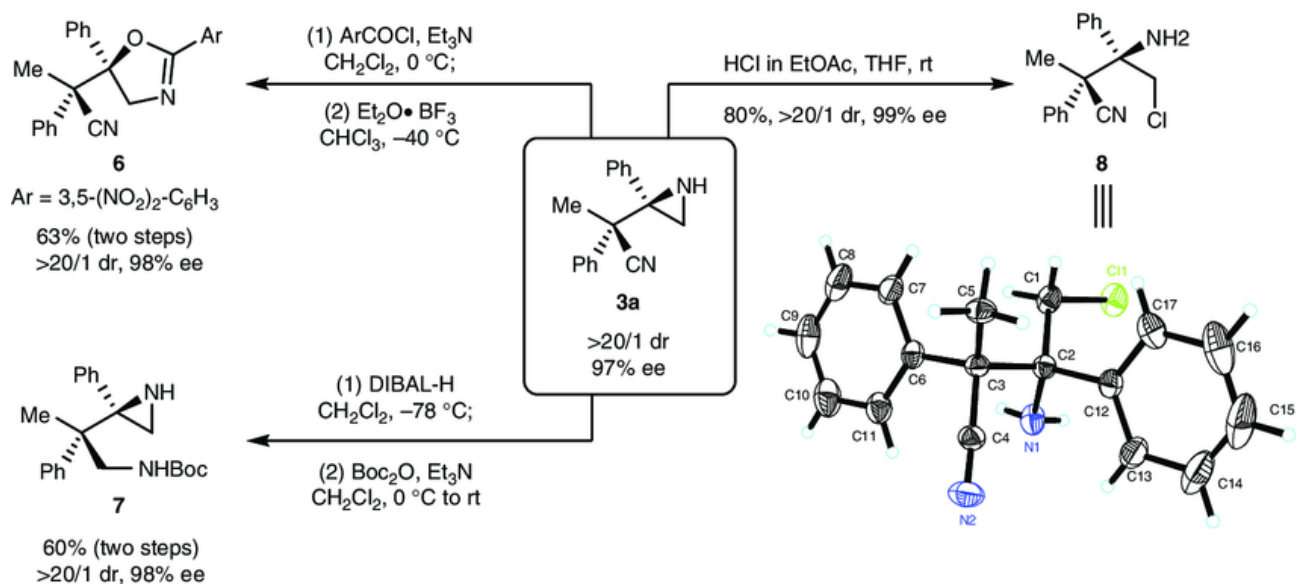


Схема 5. Получение хиральных азиридинов по реакции аминотетирования

В работе [6] разработана катализируемая медью реакция окислительной β-функционализации аминов типа Манниха. В присутствии окислителя и медного катализатора третичные амины реагируют с *N*-тозилимином, давая синтетически важные 1,3-диамины и енамины соответственно. Предварительные механистические исследования показали, что окисление третичного амина до промежуточного енамина запускает последующие реакции типа Манниха с *N*-тозилимином и, таким образом, делает возможной прямую β-функционализацию третичных аминов.

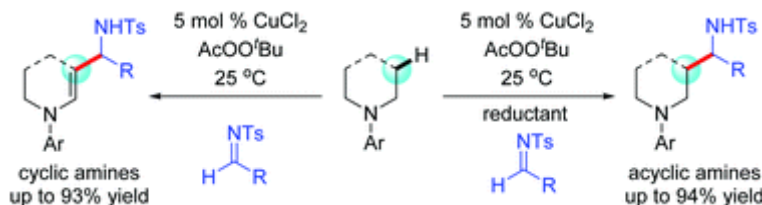


Схема 6. Получение функционализированных аминов посредством реакции Манниха

Исследована конденсация Манниха альдегидов, аминов и терминальных алкинов, катализируемая 10 мол. % CuCl₂ в отсутствие растворителя [7]. Компоненты просто смешивали и нагревали вместе в вакууме без какой-либо необходимости в твердом носителе или растворителе. Это приводит к образованию продуктов Манниха с высокими выходами.

Показано [8], что разработано новое применение наночастиц йодида меди в качестве эффективного катализатора для синтеза производных 2,3-дизамещенного бензо[*b*]фурана посредством трехкомпонентного сочетания альдегидов, вторичных аминов и алкинов. Представленный метод является экологичным, эффективным, недорогим и удовлетворительным для получения продуктов с высоким выходом и коротким временем реакции за счет использования новых наноразмерных материалов.

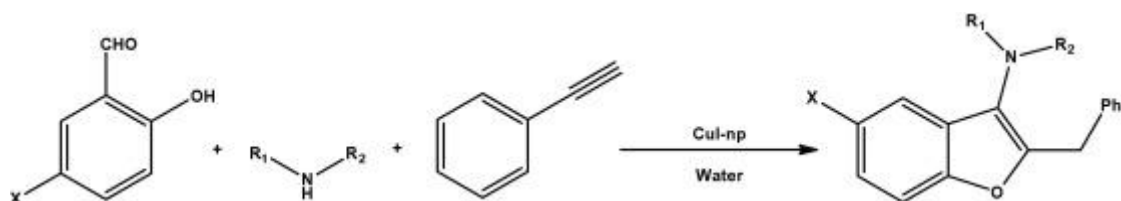


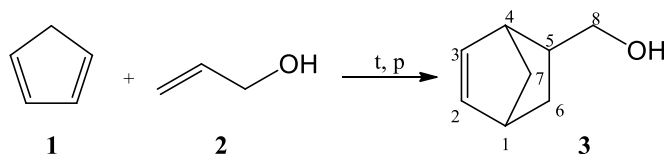
Схема 7. Получение производных 2,3-дизамещенного бензо[*b*]фурана

Анализ результатов вышеприведенных исследований [1-8] показывает, что соединения меди являются наиболее востребованными катализаторами в реакции Манниха. В связи с этим в наших работах [9-11] был использован хлорид меди (I) в качестве катализатора для трехкомпонентной реакции аминотетирования с участием норборненилметанола, формальдегида и вторичных аминов.

Материалы и методы. Для синтеза исходного 5-норборн-2-енилметанола был использован дициклопентадиен (ДЦПД), взятый из побочной фракции C_5 жидких продуктов пиролиза, которые получают на установке ЭП-300 в городе Сумгайыт. Фракция C_5 жидких продуктов пиролиза, состоящая главным образом из пентан-амиленов, изопрена, пипериленов, ЦПД, метилциклопентадиенов, а также в некотором количестве сопутствующих бензола и толуола, представляет собой жидкость желтоватого оттенка, с неприятным запахом, выкипающая в пределах 32–72°C. Вначале пироконденсат с пиролизной установки перегоняли простой перегонкой отделив C_5 фракцию с температурой кипения 32–72°C, которую затем в течении 2 ч нагревали в автоклаве. Далее атмосферной перегонкой содержимого автоклава отделялась фракция пентадиенов (смесь изопрена и пиперилена). Остаток перегоняли в вакууме для отделения фракции ДЦПД.

Исходный аллиловый спирт использовали реактивный. Перед использованием сушили над $MgSO_4$ и перегнали.

Реакция получения норборненилметанола протекает по нижеприведенной схеме:



Вторичные амины использовали коммерческие. Перед использованием, все реагенты перегнали и определили их физико-химические константы, которые совпадают с литературными данными. В качестве растворителя был использован бензол, который был очищен и высушен известным методом.

Параформальдегид – продукт полимеризации формальдегида, состоящий из 8–100 мономеров. При нагревании деполимеризуется до формальдегида. Использовался в виде реактивного порошка.

Физико-химические показатели исходных соединений представлены в таблице 1

Таблица 1

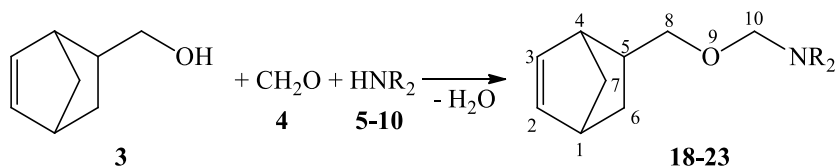
Физико-химические показатели исходных соединений

Реагент	Сост. при н.у.	М, г/моль	$T_{пл.}$, °C	$T_{кип.}$, °C	ρ , г/см ³	n_D^{20}	Химическая структура

Дициклопентадиен	Жидк.	132	32.5	173	0.975	1.5110	
Циклопентадиен (1)	Жидк.	66	-97	41	0.802	1.445	
Аллиловый спирт (2)	Жидк.	58	-129	97	0.854	1.4135	
Формальдегид (4)	Газ	30	-118	-19	0.8153	-	
Параформальдегид	Тверд.	258-3018	120	-	1.420	-	
Диэтиламин (5)	Жидк.	73.14	-48	56.3	0.707	1.3864	$C_2H_5-N-C_2H_5$
Дипропиламин (6)	Жидк.	101.2	-39.6	110	0.738	1.4040	$C_3H_7-N-C_3H_7$
Дибутиламин (7)	Жидк.	129.24	-61.9	159.6	0.766	1.4175	$C_4H_9-NH-C_4H_9$
Диизобутиламин (8)	Жидк.	129.24	-73.5	139.5	0.745	1.4093	$C_4H_9-NH-C_4H_9$
Дипентиламин (9)	Жидк.	157.3	-90	203	0.7771	1.4272	$C_5H_{11}-NH-C_5H_{11}$
Дигексиламин (10)	Жидк.	185.36	-	193	0.795	1.4320	$C_6H_{13}-NH-C_6H_{13}$
Хлорид меди	Тв.	99	426	1490	4.145	-	$CuCl$

Результаты и их обсуждение. Методика получения норборненсодержащих оснований Манниха в присутствии катализатора хлорида меди (I) заключалась в следующем. В круглодонной колбе, снабженной магнитной мешалкой, термометром, ловушкой Дина-Старка и обратным холодильником, к 0.2 молям параформа, разбавленного в 20 мл бензола, при перемешивании по каплям добавили 0.1 моля норборненилметанола (3), разбавленного в 20 мл бензола. Затем, продолжая перемешивание, по каплям добавили раствор 0.1 моля вторичного амина (5–10) в 20 мл бензола. Перемешивание продолжали при температуре 78–80°C в течении 4–5 ч. После охлаждения смесь обработали аммиачным раствором (10%). Промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции и сушили над $MgSO_4$. Отогнали бензол, остаток перегоняли в вакууме.

Реакция получения целевых продуктов протекает по нижеприведенной схеме:



где R = C_2H_5 (5, 18); C_3H_7 (6, 19); C_4H_9 (7, 20); *i*- C_4H_9 (8, 21); C_5H_{11} (9, 22); C_6H_{13} (10, 23).

На рис. 1 показан ИК-спектр одного из синтезированных норборненсодержащих оснований Манниха

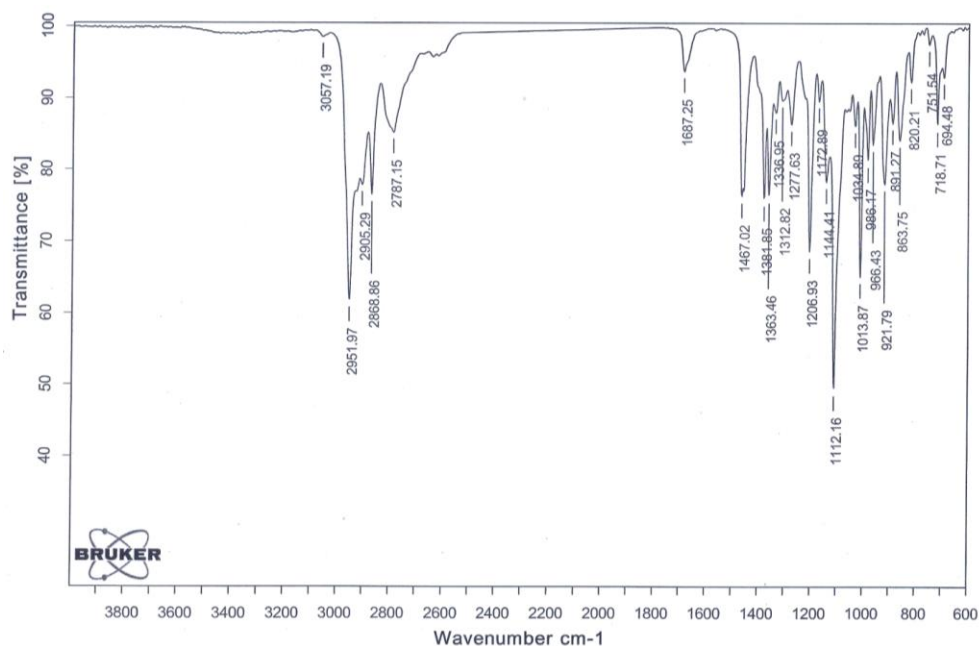


Рис. 1. ИК спектр 5-(*N, N*-диизобутиламино)метоксиметил бицикло [2.2.1]-гепт-2-ена (21)

В ИК спектрах синтезированных соединений (**18–23**) обнаружены полосы поглощения в областях 2961–2803, 1463–1343 cm^{-1} , характерные для связи С–Н ($\nu_{\text{C-H}}$) групп CH_3 и CH_2 . Деформационные колебания связей простого эфира С–О–С ($\nu_{\text{C-O}}$) проявляются в области 1172–1048 cm^{-1} в виде интенсивной полосы поглощения. В молекулах соединений (**18–23**) присутствует этиленовый фрагмент, колебания С–Н связей которого наблюдаются в областях 3059–3057 cm^{-1} и 987–816 cm^{-1} , отвечающие за валентные ($\nu_{\text{C-H}}$) и деформационные ($\delta_{\text{C-H}}$) колебания связей, соответственно. Колебания кратной связи ($\delta_{\text{C=C}}$) этиленового фрагмента наблюдаются в виде слабого пика в областях 1687–1629 cm^{-1} .

Данные ^1H ЯМР спектроскопии синтезированных соединений (**18–23**) показывают, что сигналов от протонов норборненого фрагмента почти не смещаются, оставаясь в тех же областях (рис. 2). Протоны кратной связи $\text{HC}=\text{CH}$ норборненого фрагмента дают сигналы в виде мультиплета в области $\delta = 5.93\text{--}6.12$ м.д., это доказывает, что в реакции не участвуют протоны кратной связи. Сигнал протона гидроксильной группы OH норборнилметанола (**3**), проявляющийся в виде уширенного синглета в области $\delta = 3.915$ м.д., в спектрах соединений (**18–23**) не обнаружен, зато наблюдаются сигнал в виде синглета в области 4.07–4.17 м.д. (рис. 3.1.5), который относится к протонам OCH_2N фрагмента. Этим подтверждается, что в реакции аминотетилирования участвует водород OH группы.

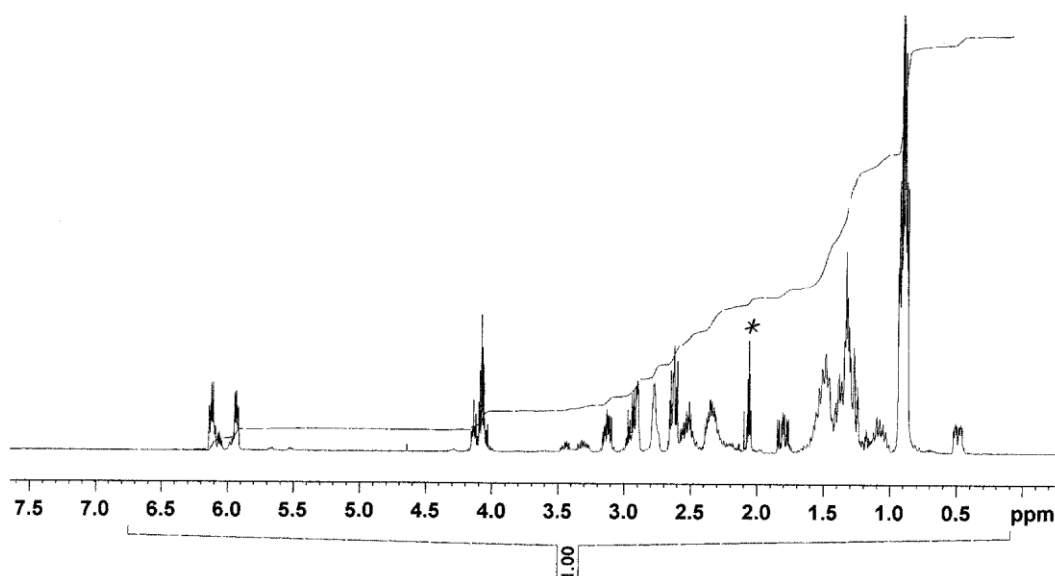


Рис. 2. ^1H ЯМР спектр 5-(*N,N*-дипентиламинометоксиметил) бицикло [2.2.1]-гепт-2-ена

Выход синтезированных соединений находился в пределах 42-75%. Наибольший выход наблюдался в присутствии медного катализатора с участием ди-гексиламина в качестве составляющего компонента реакции. Полученные соединения были испытаны в качестве антимикробных препаратов в отношении различных патогенных микроорганизмов, в том числе грамм-положительных (*золотистый стафилококк*), грамм-отрицательных бактерий (*кишечная палочка, синегнойная палочка*), а также дрожжеподобных грибов рода *Кандида*. Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о наличии высокой антимикробной активности синтезированных соединений, что позволяет рекомендовать эти соединения в качестве местных антисептических препаратов.

Выводы. В представленной работе осуществлен синтез норборненсодержащих оснований Манниха на основе реакции аминометилирования в присутствии хлорида меди (I). В качестве исходных соединений взяты норборненилметанол, вторичные амины ряда $\text{C}_2\text{-C}_5$, а также формальдегид. Выходы соединений находились в пределах 42-75 %. Синтезированные норборненсодержащие основания Манниха были испытаны в качестве антимикробных препаратов. Выявлено наличие высокой антибактериальной активности синтезированных соединений. Полученные соединения предложены в качестве местных антисептических средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Buckley B., Khan A., Heaney H. Mannich Reactions of Alkynes: Mechanistic Insights and the Role of Sub-Stoichiometric Amounts of Alkynylcopper(I) Compounds in the Catalytic Cycle // *Chemistry. A European Journal*. 2012. Vol. 18, № 13. Pp. 3855-3858.
2. Bosica G., Zammit R. One-pot multicomponent nitro-Mannich reaction using a heterogeneous catalyst under solvent-free conditions // *Peer J*. 2018, Vol. 27, N 6. pp. 5065-5071
3. Rueping M., Tolstoluzhsky N. Copper Catalyzed C–H Functionalization for Direct Mannich Reactions // *Org. Lett*. 2011., № 5. Pp. 1095-1097.

- Zhiping L., Chao-Jun L. Highly Efficient Copper-Catalyzed Nitro-Mannich Type Reaction: Cross-Dehydrogenative-Coupling between sp^3 C–H Bond and sp^3 C–H Bond // *J. Amer. Chem. Soc.* 2005. Vol. 127, № 11. Pp. 3672-3673.
- Zhang H-J., Xie Y-C., Liang Y. Copper(I)-catalyzed asymmetric decarboxylative Mannich reaction enabled by acidic activation of 2H-azirines // *Nature Communications*. 2019. Vol. 10, № 1. Pp. 1699-1704.
- Zhou M., Shou F.Z., Qilin Z. Copper-catalyzed Mannich-type oxidative β -functionalization of tertiary amines // *Chemical Communications*. 2017. Vol. 62, № 53. Pp. 8770-8773.
- Sharifi A., Mojtaba M., Naimi-Jamal R. A facile solvent-free one-pot three-component Mannich reaction of aldehydes, amines and terminal alkynes catalysed by $CuCl_2$ // *Journal of Chemical Research*. 2007. № 3. Pp. 129-132.
- Safaei-Ghomi J., Ghasemzadeh M.A., Qalenoee K. CuI-nanoparticles-catalyzed one-pot synthesis of benzo[b]furans via three-component coupling of aldehydes, amines and alkyne // *Journal of Saudi Chemical Society*. 2016. Vol. 20, № 5. Pp. 502-509.
- Гаджиева Г.Э. Аминометоксипроизводные норборненилметанола как ингибиторы биокоррозии // *Журнал практика противокоррозионной защиты*. 2020. т. 25, № 1. С. 31-38.
- Гаджиева Г.Э. Биологически активные производные норборнена: синтез бицикло (2.2.1)-гепт-5-ен-содержащих оснований Манниха // *Химия в интересах устойчивого развития*. 2021. № 4. С. 201-221
- Гаджиева Г.Э. Ионные жидкости в реакциях аминотилирования // *Процессы нефтехимии и нефтепереработки*. 2020. № 4. С. 234-241.

REFERENCES

- Buckley B., Khan A., Heaney H. Mannich Reactions of Alkynes: Mechanistic Insights and the Role of Sub-Stoichiometric Amounts of Alkynylcopper(I) Compounds in the Catalytic Cycle // *Chemistry. A European Journal*. 2012. Vol. 18, № 13. Pp. 3855-3858.
- Bosica G., Zammit R. One-pot multicomponent nitro-Mannich reaction using a heterogeneous catalyst under solvent-free conditions // *Peer J*. 2018, Vol. 27, N 6. pp. 5065-5071
- Rueping M., Tolstoluzhsky N. Copper Catalyzed C–H Functionalization for Direct Mannich Reactions // *Org. Lett.* 2011., № 5. Pp. 1095-1097.
- Zhiping L., Chao-Jun L. Highly Efficient Copper-Catalyzed Nitro-Mannich Type Reaction: Cross-Dehydrogenative-Coupling between sp^3 C–H Bond and sp^3 C–H Bond // *J. Amer. Chem. Soc.* 2005. Vol. 127, № 11. Pp. 3672-3673.
- Zhang H-J., Xie Y-C., Liang Y. Copper(I)-catalyzed asymmetric decarboxylative Mannich reaction enabled by acidic activation of 2H-azirines // *Nature Communications*. 2019. Vol. 10, № 1. Pp. 1699-1704.
- Zhou M., Shou F.Z., Qilin Z. Copper-catalyzed Mannich-type oxidative β -functionalization of tertiary amines // *Chemical Communications*. 2017. Vol. 62, № 53. Pp. 8770-8773.
- Sharifi A., Mojtaba M., Naimi-Jamal R. A facile solvent-free one-pot three-component Mannich reaction of aldehydes, amines and terminal alkynes catalysed by $CuCl_2$ // *Journal of Chemical Research*. 2007. № 3. Pp. 129-132.

8. Safaei-Ghomi J., Ghasemzadeh M.A., Qalenoey K. CuI-nanoparticles-catalyzed one-pot synthesis of benzo[b]furans via three-component coupling of aldehydes, amines and alkyne // *Journal of Saudi Chemical Society*. 2016. Vol. 20, № 5. Pp. 502-509.
9. Gadzhieva G.E. Aminomethoxy derivatives of norbornenyl methanol as biocorrosion inhibitors // *Journal of practice of anticorrosion protection*. 2020. Т. 25, № 1. Pp. 31-38.
10. Gadzhieva G.E. Biologically active derivatives of norbornene: synthesis of bicycle (2.2.1)-hept-5-ene-supporting Mannich bases // *Chemistry for sustainable development*. 2021. № 4. Pp. 201-221.
11. Gadzhieva G.E. Ionic liquids in aminomethylation reactions // *Processes of petrochemistry and refining*. 2020. № 4. Pp. 234-241.

**Вестник КНИИ РАН. Серия
«Естественные и технические науки»**

№ 3 (11) 2022

Корректурa, верстка: Ганиева М.М.

Дата размещения сетевого издания в сети Интернет на официальном сайте: 31.12.2022 г.