

ИЗВЕСТИЯ

ЧЕЧЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия 2. Естественные и технические науки
№2 (25), 2021

Учредитель:

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЧЕЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Основан в 2009 году

Журнал зарегистрирован в Управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций по Чеченской Республике
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
Серия ПИ № ТУ 20-00113 от 24.05.2016 г.

Журнал входит в наукометрическую систему РИНЦ

Международный стандартный номер серийного издания **ISSN 2587-6074**

Подписной индекс Респечати **54863**

Адрес издательства/типографии: 364037, Чеченская Республика, г. Грозный,
улица Субры Кишиевой, 33; тел. 8 (8712) 22-47-53

Адрес редакции журнала «Известия Чеченского государственного педагогического
университета. Серия 2. Естественные и технические науки»: 364037, Чеченская
Республика, г. Грозный, ул. Субры Кишиевой, 33; тел. 8 (8712) 22-47-53

© Известия Чеченского государственного педагогического университета.
Серия 2. Естественные и технические науки, 2021 г.

Подписано к печати: 20.01.2022 г. Дата выхода в свет: 31.01.2022 г.
Формат 60x84 ¹/₈. Печать ризографная. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Усл.п.л. 5,7. Тираж 150 экз.
Свободная цена.

© Авторы

© ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет», 2021

BULLETIN

OF CHECHEN STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Series 2. Natural and technical sciences

№2 (25), 2021

Founder:

FEDERAL STATE-FUNDED EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER EDUCATION
CHECHEN STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Founded in 2009

The journal is registered in Federal Service for Supervision of Communications,
Information Technologies and Mass Communications in the Chechen Republic
Mass Media Registration Certificate
Series PI No. TU 20-00113 dated 24.05.2016

The journal is included in scientometric system RSCI

ISSN 2587-6074

Federal Agency on Press and Mass Communications
Catalog number **54863**

Publisher's address/typography: 33, Subra Kishieva st., Grozny, 364037, Chechen Republic
tel. 8 (8712) 22-47-53

The address of the editorial office of the journal "Izvestia of the Chechen State Pedagogical University.
Series 1. Humanities and social sciences ": 364037, Chechen Republic, Grozny, st. Subry Kishieva, 33;
Tel. 8 (8712) 22-47-53

© Bulletin of Chechen State Pedagogical University
Series 2. Natural and technical sciences, 2021

Signed to print: 20.01.2022. Publication date: 31.01.2022 г.
Format 60x84 1/8. Risography Printing. Offset paper. Times Headset.
Conv.t.p.sh. 5,7. Circulation 150 copies.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

БАЙХАНОВ ИСМАИЛ БАУТДИНОВИЧ,

кандидат политических наук, доцент, Чеченский государственный педагогический университет.

Заместитель главного редактора

АВТАЕВА Т.А.,

кандидат биологических наук, доцент, Чеченский государственный педагогический университет

АСУЕВА Л.А.,

кандидат химических наук, доцент, Чеченский государственный педагогический университет

АСХАБОВ С.Н.,

доктор физико-математических наук, профессор, Чеченский государственный университет

ДЖАМБЕТОВ Э.М.,

кандидат технических наук, доцент, Чеченский государственный педагогический университет

ЗАКУТНОВА В.И.,

доктор биологических наук, профессор, Астраханский государственный университет

ЗАМОТАЙЛОВ А.С.,

доктор биологических наук, профессор, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина

МАГОМАДОВ Р.М.,

доктор физико-математических наук, доцент, Чеченский государственный университет

ПУЧКОВ М.Ю.,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Астраханский государственный университет

РАПОПОРТ И.Б.,

кандидат биологических наук, доцент, Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН

СУХОДОЛЬСКАЯ Р.А.,

кандидат биологических наук, доцент, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан

ТАЙСУМОВ М.А.,

доктор биологических наук, профессор, Чеченский государственный педагогический университет

ТАРАМОВА Х.С.,

кандидат физико-математических наук, доцент, Чеченский государственный педагогический университет

УМАРОВ М.У.,

доктор биологических наук, профессор, Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН

ХАСБУЛАТОВА З.С.,

доктор химических наук, профессор, Чеченский государственный педагогический университет

ШУАИПОВ К.А-В.,

кандидат химических наук, доцент, Чеченский государственный университет

EDITORIAL BOARD

Chief Editor

BAYKHANOV ISMAIL BAUTDINOVICH,

Candidate of Political Sciences, Associate Professor,

Chechen State Pedagogical University

Deputy Chief Editor

AVTAEVA T.A.,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,

Chechen State Pedagogical University

ASUEVA L.A.,

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Chechen State Pedagogical University

ASKHABOV S.N.,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Chechen State University

DZHAMBETOV E.M.,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Chechen State Pedagogical University

ZAKUTNOVA V.I.,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Astrakhan State University

ZAMOTAYLOV A.S.,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University

MAGOMADOV R.M.,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Chechen State University

PUCHKOV M.U.,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Astrakhan State University

RAPOPORT I.B.,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Institute of Ecology of Mountain Territories. A.K. Tembotov RAS

SUKHODOLSKY R.A.,

Candidate of Biological Problems of Sciences, Associate Professor, Institute of Ecology and Subsoil Use of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan

TAYSUMOV M.A.,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Chechen State Pedagogical University

TARAMOVA Kh.S.,

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Chechen State Pedagogical University

UMAROV M.U.,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Complex Institute of the Russian Academy of Sciences

KHASBULATOVA Z.S.,

Doctor of Chemical Sciences, Professor, Chechen State Pedagogical University

SHUAIPOV K.A.-V., *Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Chechen State University*

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

Абдурзакова А. С., Магомадова Р. С.

Анализ утилитарной ксерофильной флоры Российского Кавказа.....7

Астамирова М. А.-М., Омархаджиева Ф. С.

К флоре скал и осыпей Центрального Кавказа.....16

Автаева Т. А., Сапарбаева Л. М., Кушалиева Ш. А.

Моделирование биоклиматического ареала *Theretra alecto* (Theretra, Sphingidae) в условиях глобальных изменений климата.....25

Теофилова Т. М., Соболев А. Е., Андреева А. В., Суходольская Р. А.

Изменчивость размеров и половой диморфизм в популяциях жужелицы *Pterostichus melanarius* ill. (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах Европы.....35

ЭКОЛОГИЯ

Байбатырова Э. Р.

Угроза исчезновения биоразнообразия.....46

Мицаев Ш. Ш.

Организация карантинно-ограничительных мероприятий в Российской Федерации.....53

ХИМИЯ

Хасбулатова З. С., Джамбулатов Р. С.

Метод аналогии как эффективная форма преподавания химии.....63

ФИЗИКА

Шахгериев М. А.-В., Ахигова Р. С.-М.

Голография как средство создания уникального фотографического изображения.....70

МАТЕМАТИКА ИНФОРМАТИКА

Муцурова З. М.

Модель математического конструктора и плеера.....77

Осмаева А. Р., Муцурова З. М.

Использование ИКТ для улучшения понимания стереометрии учащимися 6-8 классов.....86

CONTENTS

BIOLOGY

Abdurzakova A. S., Magomadova R. S.

Analysis of the utilitarian xerophilic flora of the Russian Caucasus.....7

Astamirova M. A.-M., Omarkhadzhieva F. S.

A brief analysis of the vegetation cover of rocks and screes in the Central Caucasus.....16

Avtaeva T. A., Saparbayeva L. M., Kushalieva Sh. A.

Modeling the bioclimatic range of *Thetra alecto* (Theretra, Sphingidae) under conditions of global climate change.....25

Teofilova T. M., Sobolev A. Ye., Andreeva A. V., Sukhodolskaya R. A.

Body size variation and sexual size dimorphism of *Pterostichus melanarius* ill. Populations (Coleoptera, Carabidae) in arable lands in Europe.....35

ECOLOGY

Baybatyrova E. R.

The threat of the extinction of biodiversity.....46

Mitsaev Sh. Sh.

Organization of quarantine and restrictive measures in the Russian Federation.....53

CHEMISTRY

Khasbulatova Z. S., Dzhambulatov R. S.

Analogy method as an effective form of teaching chemistry.....63

PHYSICS

Shakhgeriev M. A-V., Akhigova R. S-M.

Holography as a means of creating a unique photographic image.....70

MATHEMATICS COMPUTER SCIENCE

Mutsurova Z. M.

Model of mathematical constructor and player.....77

Osmaeva A. R., Mutsurova Z. M.

Using ICT to improve students' understanding of stereometry in grades 6-8.....86

БИОЛОГИЯ

УДК 581.9

DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-7

АНАЛИЗ УТИЛИТАРНОЙ КСЕРОФИЛЬНОЙ ФЛОРЫ РОССИЙСКОГО КАВКАЗА

Абдурзакова А. С., Магомадова Р. С.
Чеченский государственный педагогический
университет

ANALYSIS OF THE UTILITARIAN XEROPHILIC FLORA OF THE RUSSIAN CAUCASUS

Abdurzakova A. S., Magomadova R. S.
Chechen State Pedagogical University

Аннотация. В статье обобщены разрозненные в научных источниках сведения о видах растений, присутствующих в природной ксерофильной флоре Российского Кавказа, используемых народами в различных целях на исследуемой территории. Изученные виды ксерофильной флоры распределяются по группам утилитарных свойств – кормовые (*Poaceae* (*Botriochloa ischaemum*, *Koeleria cristata*, *Festuca ovina*, *F. valesiaca*, *Agropyron sibiricum*, *A. desertorum*, *A. pectinatum*) и 8 галоксерофитов: *Elytrigia elongata*, *E. pseudocesia*, *Camphorosma monspeliaca*, *Salsola dendroides*, *S. ericoides*, *Petrosimonia triandra*, *P. brachiata*, *Artemisia taurica*), лекарственные (*Achillea millefolium*, *Adonis vernalis*, *Helichrysum arenarium*, *Juniperus oblonga* (*J. communis*), *Thymus marschallianus*), муцевые (*Asparagus officinalis* и *Portulaca oleracea*, *Crambe* (*Crambe maritima*, *C. pinnatifida*, *C. gibberosa*, *C. tatarica*) *Capparis herbacea*, *Pistacia mutica*, *Elaeagnus angustifolia* *Cichorium inthybus*) и т.д. Материалы статьи существенно расширяют представления о ресурсных возможностях ксерофильной флоры Российского Кавказа.

Рассмотрена возможность выращивания редких и особо ценных видов в культуре, а также вопросы охраны фиторазнообразия.

Ключевые слова: Российский Кавказ, флора, утилитарные растения, использование, охрана фиторазнообразия.

Abstract. The article summarizes the information scattered in scientific sources about the species of plants present in the natural xerophilic flora of the Russian Caucasus, used by peoples for various purposes on the study territory. The species of xerophilic flora studied by us are divided into groups of utilitarian properties - fodder (*Poaceae* (*Botriochloa ischaemum*, *Koeleria cristata*, *Festuca ovina*, *F. valesiaca*, *Agropyron sibiricum*, *A. desertorum*, *A. pectinatum*) and 8 haloxerophytes: *Elytrigia elongata*, *E. pseudocesia*, *Camphorosma monspeliaca*, *Salsola dendroides*, *S. ericoides*, *Petrosimonia triandra*, *P. brachiata*, *Artemisia taurica*), medicinal (*Achillea millefolium*, *Adonis vernalis*, *Helichrysum arenarium*, *Juniperus oblonga* (*J. communis*), *Thymus marschallianus*), food (*Asparagus officinalis* and *Portulaca oleracea*, *Crambe* (*Crambe maritima*, *C. pinnatifida*, *C. gibberosa*, *C. tatarica*) *Capparis herbacea*, *Pistacia mutica*, *Elaeagnus angustifolia* *Cichorium inthybus*), etc. The materials of the article significantly expand the understanding of the resource potential of the xerophilic flora of the Russian Caucasus.

The possibility of growing rare and especially valuable species in culture and the issues of protecting phytodiversity are considered.

Keywords: Russian Caucasus, flora, utilitarian plants, use, protection of phytodiversity.

К югу от Русской равнины расположена Крымско-Кавказская горная страна, часть которой – перешеек между Черным и Каспийским морями – относится к собственно Кавказу, отделенному от Русской равнины Кумо-Маньчской впадиной. Российский Кавказ расположен на крайнем юго-западе России (между 47°12' и 41°11' с.ш. и 36°32' и 48°35' в.д.) и включает равнины и возвышенности Предкавказья и северный склон Большого Кавказа (до р. Самур). Государственная граница России проходит преимущественно по Водораздельному хребту,

только на крайнем северо-западе переходит на южный склон и проходит по р. Псоу. Протяженность с северо-запада на юго-восток – свыше 1000 км, а с севера на юг – около 400 км [28]. Площадь этой территории составляет около 275 тыс. км² [1].

Основные орографические единицы Предкавказья представлены возвышенными и равнинными частями. К первым относятся Ставропольская возвышенность, горы района Кавминвод, Терско-Сунженская возвышенность, составляющие Центральное Предкавказье, ко вторым – Кубано-Приазовская низменность, относящаяся к Западному Предкавказью, и Терско-Кумская низменность – к Восточному Предкавказью. В основе территории Предкавказья лежит Скифская плита, вдоль северной границы которой расположен Манычский прогиб (до 6 км), протянувшийся почти на 700 км от Азовского моря до Каспийского, образующий Кумо-Манычскую впадину. В центральной части расположена Ставропольская возвышенность (наивысшая точка - гора Стрижамент - 831 м), обрывающаяся уступами к юго-западу и снижающаяся у Армавира до 326 м. В основе возвышенности лежит Ставропольский свод, в пределах которого глубина залегания фундамента колеблется от 0,5 до 2,5 км [5].

К югу от Ставропольской возвышенности располагается группа из 17 островных гор-лакколитов с наивысшей точкой г. Бештау (1401 м).

К востоку от Ставропольской возвышенности простирается Терско-Каспийский прогиб, южный склон которого выражен антиклинальными складками Терского хребта с наивысшей точкой 664 м, и Сунженского хребта - 926 м. С юга к ним примыкают Кабардинская, Осетинская и Чеченская наклонные равнины, полого опускающиеся от подножия Большого Кавказа к северу и северо-востоку [5].

Российский Кавказ как часть Кавказа входит в состав 200 приоритетных экорегионов мира и в число 25 экорегионов, обладающих наиболее высоким уровнем биологического разнообразия в масштабах земного шара [27]. Этой территории уделяется внимание со стороны Всемирного фонда охраны природы России как части всемирной сети WWF, где должна реализоваться природоохранная стратегия сохранения биоразнообразия от воздействия деятельности человека.

Орографическая схема Российского Кавказа изображена на рисунке 1.

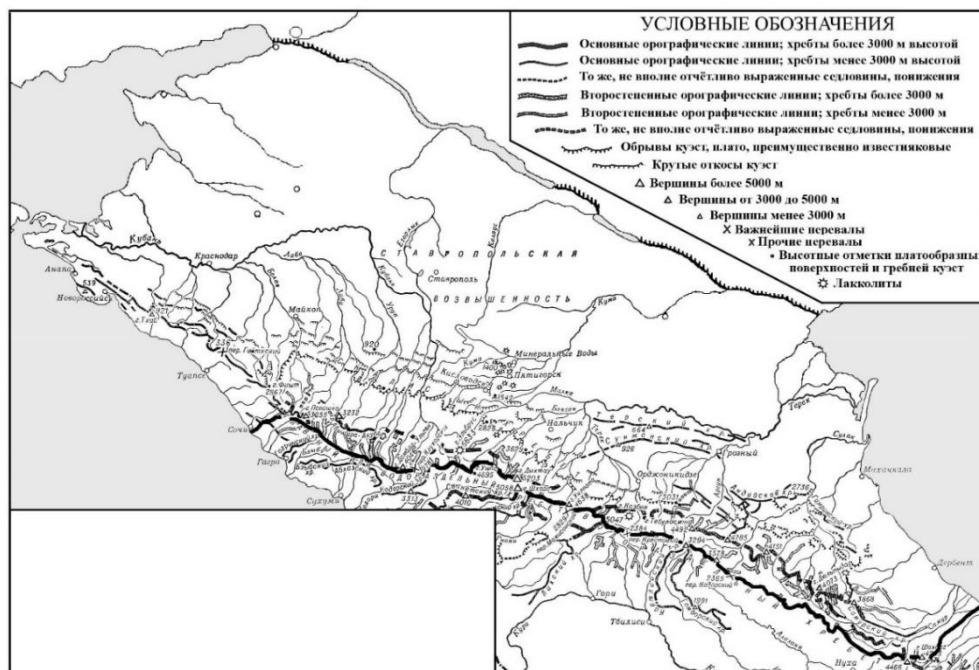


Рисунок 1. Орографическая схема Российского Кавказа (по Н.А. Гвоздецкому, [5])

Ксерофиты – это часть биологического разнообразия, особая группа растений, сформировавшаяся в результате адаптивной эволюции по направлению действия одного из важнейших экологических факторов внешней среды – дефицита воды. Этот фактор вызвал целый веер адаптаций, следствием которых явилось появление большого разнообразия среди систематически разных групп видов приспособительных анатомо-морфологических структур и физиологических особенностей, которые позволили переносить неблагоприятные условия дефицита влаги во внешней среде от почти полного пересыхания и впадения в анабиоз до крайне короткого сокращения вегетационного периода в онтогенезе. Эти виды в настоящее время составляют около четверти флоры Российского Кавказа, занимая свои специфические экологические ниши, где наряду с недостатком влаги действуют и другие экологические факторы – повышенная инсоляция, каменистые, песчаные, глинистые и засоленные субстраты, климатические особенности, высота над уровнем моря и др.

Решением острейшей глобальной экологической проблемы современности, связанной с изучением, оценкой и сохранением биоразнообразия, достигаются важные теоретические и практические результаты, позволяющие проследить перспективы развития и эксплуатации фитобиоты. В рамках изучения вышеназванной группы растений актуальным является полная инвентаризация флоры ксерофитов и на этой основе проведение ее поликомпонентного анализа по систематическому, фитоценотическому, биоморфологическому и хорологическому параметрам, получение сведений о наличии реликтовых и эндемичных видов, их локализации. Эти сведения послужат основой не только для дальнейших теоретических флорогенетических построений, но и для решения вопросов охраны видов и рационального использования растительных ресурсов.

В целом ксерофиты флоры Российского Кавказа остаются малоизученной экологической группой растений, системного ее исследования для этой территории не проводилось, имеется лишь одна работа для восточной части, посвященная целиком этой группе растений: «Анализ видового состав и эколого-биологической структуры ксерофитов Предгорного Дагестана» [35], а также работы по разным группам ксерофитов – псаммофитам (Гайрабеков, 2011); галофитам [24, 25]; адаптационным особенностям ксерофитов Предкавказья [31]; и ряд других работ, в которых упоминаются ксерофиты.

Тем не менее во многих флористических сводках отдельных регионов Российского Кавказа есть сведения о ксерофильной составляющей региональных флор, однако обобщающих работ по ксерофитам для этой территории в настоящее время нет. Исходя из этого, инвентаризация и поликомпонентный анализ флоры ксерофитов может рассматриваться как решение весьма актуальной задачи.

Цель исследования – получение актуальных сведений о составе и структуре флоры ксерофитов Российского Кавказа, проведение анализа утилитарной составляющей ксерофильной флоры и возможности её использования в практических целях.

Основные методы исследования – метод типологического анализа, метод исторической реконструкции и метод морфолого-эколого-географического анализа, включая метод эволюционных рядов [16]. Основой для составления конспекта флоры послужили наблюдения в природе и сбор гербарного материала (около 2000 образцов) в различных регионах Российского Кавказа в период с 2005 по 2015 гг., а также анализ гербарных фондов и литературных источников. Используются гербарные фонды Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE), Кубанского государственного аграрного университета (КБАИ), Кавказского заповедника (CSR), Северо-Кавказского федерального университета (СПИ), Ставропольского ботанического сада (SGB), Кабардино-Балкарского государственного университета (КВНГ-АУБСН), Ингушского государственного университета (ИНГУ), Горного ботанического сада Дагестанского научного центра РАН (DAG), Дагестанского государственного университета (LENUD).

Из литературных источников при составлении аннотированного списка утилитарной

флоры использовались следующие издания: Флора Кавказа [8], Флора Северного Кавказа [4], Конспект флоры Ставрополя [15], Конспект флоры Ингушетии [11], Флора Северо-Западного Кавказа [13], Конспект флоры Дагестана [23], Конспект флоры Карачаево-Черкесии [37], Конспект флоры Чеченской Республики [34], Сосудистые растения Карачаево-Черкесской республики [14], Конспект флоры Кавказа [19]. Научные названия таксонов уточнены по изданию «Сосудистые растения России и сопредельных государств» [36].

Полученные аналитические данные позволяют проследить этапы флорогенеза ксерофильной флоры Российского Кавказа, определить анцестральные древнесредиземноморские центры начала миграционных потоков, пути и время прохождения миграционных волн, формирование автохтонных видообразовательных центров. Сведения о таксономическом составе флоры ксерофитов и характеристике видов могут быть использованы в издательских проектах при составлении и корректировке региональных конспектов флор, а также как аналитические данные при изучении флор сопредельных территорий. Предложения по охране редких видов растений могут быть учтены при ведении региональных Красных книг и корректировке списков подлежащих охране растений. Данные о полезных растениях могут быть использованы в различных проектах природопользования. В целом результаты исследования могут найти применение в процессе реализации дисциплин ботанического профиля в сфере высшего образования на уровнях магистратуры и аспирантуры.

Утилитарные виды, т.е. полезные с точки зрения использования в сфере человеческой деятельности, имеются в составе любой флоры. Основу лесной флоры составляют фанерофиты, ценозообразователи, и они в утилитарном отношении являются источником древесины и некоторых других своих качеств, используемых человеческой цивилизацией для своих нужд. Помимо них другие представители ценофлоры тоже обладают полезными свойствами. В лесной флоре восточной части Российского Кавказа выделено несколько групп утилитарных растений: пищевые, лекарственные, декоративные, медоносные и некоторые другие.

Проблема инвентаризации полезных растений в целом, и флоры Кавказа, в частности, достаточно полно отражена в многочисленных литературных источниках. Одной из первых таких сводок является издание В.Х. Роллова «Дикорастущие растения Кавказа, их распространение, свойства и применение» [30], в котором приводятся сведения о более чем 1500 полезных растениях, расположенных в алфавитном порядке без разделения на группы по сферам использования. Более поздняя сводка принадлежит А.А. Гроссгейму – «Растительные богатства Кавказа» [8]. В ней приводятся данные о 1300 видах, разделенных на 15 групп – пищевые, медоносные, кормовые, ядовитые, лекарственные, витаминоносные, жирно-масличные, эфирно-масличные, смолоносные, дубильные, красильные, каучуконосные и гуттаперченосные, волокнистые и др., ценные древесные породы, декоративные. Отдельные издания посвящены выделенным А.А. Гроссгеймом некоторым группам: «Дикорастущие съедобные растения Кавказа» [2]; «Дикие съедобные растения Кавказа» [7]; «Лекарственная флора Кавказа» [39]. В целом литература по утилитарным растениям бывшего СССР достаточно обширна ([18-25] и др.). Из более поздних изданий следует отметить «Дикорастущие полезные растения России» [21], содержащее сведения о 3078 видах, причём здесь применён другой подход: размещение по алфавиту семейств и родов, а в каждом роде виды распределяются по группам утилитарных свойств – лекарственные, пищевые, кормовые и т.д.

Спектр полезных растений ксерофильной флоры Российского Кавказа, так или иначе используемых человеком в утилитарных целях, приведён в таблице 1.

Лекарственные растения – вторая по численности группа утилитарных растений, насчитывающая 106 видов, из которых только 5 включены в Государственную фармакопею РФ [17]. Это *Achillea millefolium*, *Adonis vernalis*, *Helichrysum arenarium*, *Juniperus oblonga* (J.

communis), *Thymus marschallianus*. Остальные относятся к народно-лекарственным и используются в народной медицине. Больше всего таких растений среди рефугиоксерофитов (50 видов), из которых 34 вида составляют представители семейства *Orchidaceae*, тубероиды которых являются источником «салепы».

Таблица 1. Утилитарные растения ксерофильной флоры Российского Кавказа

Группа	лекарственные	кормовые	пищевые	медоносные	декоративные	всего
Еухеро	32	1	2	8	10	53
Немихеро	12	1	7	4	-	24
Refugioxero	50	-	-	-	102	152
Stipaxero	1	7	-	-	-	8
Сухеро	4	-	1	-	28	33
Налохеро	7	8	-	1	7	23
Всего	106	17	10	13	147	293
%	10	2	1	1	14	29

Кормовые растения. Представительство кормовых растений среди ксерофитов незначительно, всего 17 видов. Их них 7 видов – стипаксерофиты, относящиеся к семейству *Poaceae* (*Botriochloa ischaemum*, *Koeleria cristata*, *Festuca ovina*, *F. valesiaca*, *Agropyron sibiricum*, *A. desertorum*, *A. pectinatum*) и 8 галоксерофитов: *Elytrigia elongata*, *E. pseudocesias*, *Camphorosma monspeliaca*, *Salsola dendroides*, *S. ericoides*, *Petrosimonia triandra*, *P. brachiata*, *Artemisia taurica*.

Пищевые растения. Также небольшое количество ксерофитов (10 видов) используются как пищевые растения. Это *Asparagus officinalis* и *Portulaca oleracea* как овощные; подземные части видов рода *Crambe* (*Crambe maritima*, *C. pinnatifida*, *C. gibberosa*, *C. tatarica*) как заменители хрена; *Capparis herbacea* как пряность; *Pistacia mutica* и *Elaeagnus angustifolia* как плодовые растения; *Cichorium inthybus* как заменитель кофе [2].

Медоносные растения. Медоносное значение изучаемой ксерофильной флоры также невелико, всего 13 видов, и все они относятся к второстепенным медоносам [2]. Это *Capparis herbacea*, *Alhagi pseudalchagi*, *Paliurus spina-christi*, *Elaeagnus angustifolia*, *Marrubium praecox*, *M. vulgare*, *Stachys germanica*, *Thymus marschallianus*, *Th. pastoralis*, *Th. daghestanicus*, *Cirsium alatum*, *Onopordum acanthium*, *Cichorium inthybus*.

Декоративные растения. Часть видов ксерофильной флоры Российского Кавказа может быть источником удовлетворения эстетических потребностей человека как декоративные растения, перспективные для интродукции. Таких видов 147 (14 % от всех видов и более половины от числа утилитарных растений), их подавляющее большинство принадлежит к эфемероидам – растениям с коротким периодом вегетации. По строению подземных органов выделено 4 типа эфемероидов:

Луковичные (почки возобновления и запасные питательные вещества находятся в луковиче): *Merendera trigyna*, *M. eichleri*, *Colchicum speciosum*, *C. umbrosum*, *C. laetum*, *Fritillaria caucasica*, *F. latifolia*, *F. collina*, *F. lagodechiana*, *F. orientalis*, *F. meleagriodes*, *F. ruthenica*, *Tulipa gesneriana*, *T. quercetorum*, *T. biebersteiniana*, *T. australis*, *T. biflora*, *T. humilis*, *T. eichleri*, *Lloydia serotina*, *Erythronium caucasicum*, *Scilla bifolia*, *S. monanthos*, *S. siberica*, *Prospero autumnale*, *Pusckinia scilloides*, *Leopoldia tenuiflora*, *Bellevalia macrobotris*, *B. speciosa*, *Muscari szovitsianum*, *M. dolichanthum*, *M. neglectum*, *M. leucostomum*, *Pseudomuscari pallens*, *P. coeruleum*, *Galanthus plicatus*, *G. caucasicus*, *G. bortkewitschianus*, *G. angustifolius*, *G. woronowii*, *G. platyphyllus*, *G. rizehensis*, *G. lagodechianus*, *Leucojum aestivum*, *Sternbergia colchiciflora*, *S. lutea*, *Pancratium maritimum*.

Корневищные (почки возобновления и запасные питательные вещества находятся в корневище): *Iris halophila*, *I. marschalliana*, *I. taurica*, *I. alexeenkoi*, *I. timofejewii*, *I. scariosa*, *I. furcata*, *I. acutiloba*, *Pulsatilla albana*, *P. andina*, *P. violacea*, *Adonis vernalis*, *A. wolgensis*, *Linum tauricum*, *L. alexeenkoanum*, *Primula acaulis*, *P. komarovii*, *P. sibthorpii*, *P. leskeniensis*, *P. woronowii*, *P. amoena*, *P. meyeri*, *P. kuznetzovii*, *P. macrocalyx*, *P. ruprechtii*, *P. cordifolia*, *P. pseudoelator*, *P. ossetica*, *P. darialica*, *P. farinifolia*, *P. zeylamica*, *P. algida*, *P. luteola*, *P. auriculata*, *P. bayernii*, *P. juliae*, *Sredinskya grandis*, *Veronica incana*.

Клубнелуковичные (почки возобновления и запасные питательные вещества находятся в клубнелуковице): *Juno caucasica*, *Iridodictyum reticulatum*, *Crocus scharojanii*, *C. vallicola*, *C. reticulatus*, *C. adamii*, *C. tauricus*, *C. speciosus*.

Клубневые (почки возобновления и запасные питательные вещества находятся в клубнях): *Corydalis solida*, *C. marschalliana*, *C. roseo-purpurea*, *C. caucasica*, *C. paczoskii*, *C. malkensis*, *C. angustifolia*, *C. conorhiza*, *C. alpestris*, *C. emanuelii*, *C. pallidiflora*, *C. tarkinensis*, *Cyclamen coum*.

Вторая группа декоративных видов относится к листовым суккулентам, в листьях которых развита водозапасающая паренхима. Эти виды также перспективны для интродукции: *Sedum acre*, *S. reflexum*, *S. stevenianum*, *S. involucratum*, *S. spurium*, *S. oppositifolium*, *S. stoloniferum*, *S. tenellum*, *S. album*, *S. gracile*, *S. subulatum*, *S. hispanicum*, *S. pallidum*, *S. argunense*, *S. corymbosum*, *S. annuum*, *S. caespitosum*, *S. tetramerum*, *Sempervivum caucasicum*, *S. altum*, *S. ossetiense*, *S. pumilum*, *S. borissovae*, *S. ingwersenii*, *Hylotelephium caucasicum*, *Prometheum pilosum*, *P. sempervivoides*, *Rosularia sempervivum*.

Третью группу составляют виды, перспективные для создания композиций из сухих букетов. Это *Eryngium maritimum*, *E. giganteum*, *E. planum*, *Goniolimon tataricum*, *Limonium gmelinii*, *L. meyeri*, *L. platyphyllum*, *L. sareptanum*, *L. caspium*, *Dipsacus laciniatus*, *Xeranthemum annuum*, *X. cylindraceum*, *X. inapertum*.

Таким образом, из 1018 известных видов ксерофильной флоры Российского Кавказа 293 вида относится к утилитарным.

Почти третья часть ксерофильной флоры Российского Кавказа с утилитарной точки зрения может быть использована для удовлетворения тех или иных потребностей человека. В количественном отношении преобладают декоративные и лекарственные растения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атаев З. В., Братков В. В. Ландшафтное разнообразие особо охраняемых природных территорий Российского Кавказа // Географический вестник. Научный журнал Пермского университета. 2011. № 1(16). С. 3-9.
2. Воронов Ю. Н. Дикорастущие съедобные растения Кавказа // Труды прикл. Ботаники. 1937. сер. 1. № 2. С. 17-39.
3. Галушко А. И. Анализ флоры западной части Центрального Кавказа // Флора Северного Кавказа и вопросы её истории. вып. 1. Ставрополь. 1976. С. 5-130.
4. Галушко А. И. Флора Северного Кавказа. Ростов: РГУ. 1978-1980. Т. 1. 1978. 317с. Т. 2. 1980. 350 с. Т. 3. 1980. 327 с.
5. Гвоздецкий Н. А. Кавказ. М.: Государственное изд-во географической литературы. 1963. 260 с.
6. Государственная фармакопея СССР. М.: Медицина. 11-е издание. вып. 2. 1990. 398 с.
7. Гроссгейм А. А. Дикорастущие съедобные растения Кавказа. Баку: Изд-во Аз ФАН. 1942. 72 с.
8. Гроссгейм А. А. Растительные богатства Кавказа. М.: Изд-во МОИП. 1952. 631 с.
9. Гроссгейм А. А. Флора Кавказа. 2-е издание. 1939-1967: Т. 1. Баку: Изд-во Азерб. ФАН СССР. 1939. 404 с. Т.2. Баку: Изд-во Азерб. ФАН СССР. 1940. 284 с. Т. 3. Баку: Изд-во Азерб. ФАН СССР. 1945. 322с. Т. 4. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1950. 314 с. Т. 5. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1952. 456 с. Т. 6. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1962. 424 с. Т. 7. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1967. 894 с.
10. Губанов И. А., Крылова И. Л., Тихонова В. Л. Дикорастущие полезные растения СССР. М.: Мысль. 1976. 360с.

11. Дакиева М. К. Флора Республики Ингушетии и её анализ. Дисс.... канд. биол. наук. Ставрополь. 2003. 368 с.
12. Дикорастущие полезные растения России / Отв. ред. А. Л. Буданцев, Е. Е. Лесиовская. СПб: Изд-во СПФХА. 2001. 663 с.
13. Зернов А. С. Флора Северо-Западного Кавказа. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2006. 664 с.
14. Зернов А. С., Онипченко В. Г. Сосудистые растения Карачаево-Черкесской республики. М.: МАКС Пресс. 2011. 240 с.
15. Иванов А. Л. Конспект флоры Ставрополя. 2-е издание, испр. и доп. Ставрополь: Изд-во СГУ. 2001. 200 с.
16. Камелин Р. В. Лекции по систематике растений. Главы теоретической систематики растений. Барнаул: Изд-во Азбука. 2004а. 226 с.
17. Колдаев В. И. Заготовки дикорастущих пищевых продуктов. М.: Лесная пром-ть. 1972. 96 с.
18. Коновалов Н. А., Раскатов П. Б. Пищевые и лекарственные растения лесов. М.: Гослестехиздат. 1944. 52 с.
19. Конспект флоры Кавказа. Т. 1-3. / Под редакцией А. Л. Тахтаджяна. Т. I. СПб: Изд-во СПбГУ. 2003. 204 с.; Т. II. СПб: Изд-во СПбГУ. 2003. 467 с.; Т. III(1). СПб-М.: Товарищество научных изданий КМК. 2008. 469 с.; Т. III(2). СПб-М.: Товарищество научных изданий КМК. 2012. 623 с.
20. Кошечев А. К. Дикорастущие съедобные растения в нашем питании. М.: Пищевая промышленность. 1980. 255 с.
21. Кошечев А. К., Кошечев А. А. Дикорастущие съедобные растения. М.: Колос. 1994. 351 с.
22. Мирзаев Д. М. Галофиты Приморской низменности (эколого-биологический и географический анализ). Автореферат дисс... канд. биол. наук. Махачкала. 2013. 18 с.
23. Муртазалиев Р. А. Конспект флоры Дагестана. Махачкала: Изд-во ИД «Эпоха». Т. I-IV. 2009: Т. I. 2009. 320 с.; Т. II. 2009. 248 с.; Т. III. 2009. 304 с.; Т. IV. 2009. 232 с.
24. Нагалецкий В. Я. Галофиты Северного Кавказа (флористический, эколого-географический, фитоценогический и анатомический аспекты) Автореферат дисс.... докт. биол. наук. Воронеж. 2003. 39 с.
25. Нагалецкий В. Я. Галофиты Северного Кавказа. Краснодар: Изд-во КубГУ. 2001. 246 с.
26. Павлов Н. М., Свистова Г. В. География дикорастущих плодов, ягод, грибов, лекарственного сырья СССР и их заготовка потребителем кооперацией. М., 1967. 64 с.
27. Природоохранная стратегия WWF России. 2018-2022. М. WWF России. 2018. 56 с.
28. Раковская Э. М. Физическая география России в 2-х томах. Том. 2. М.: Издательский центр «Академия». 2013. 256 с.
29. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Т. 1-9. 1985-1996. Т. 1, сем-ва Magnoliaceae-Limoniaceae. Л.: Наука. 1985. 460 с. Т. 2, сем-ва Raneoniaceae-Thymelaeaceae. Л.: Наука. 1986. 336 с. Т. 3, сем-ва Hydrangeaceae-Naloragaceae. Л.: Наука. 1987. 328 с. Т. 4, сем-ва Rutaceae-Elaeagnaceae. Л.: Наука. 1988. 357 с. Т. 5, сем-ва Caprifoliaceae-Plantaginaceae. – Л.: Наука, 1990. –326 с. Т. 6, сем-ва Hippuridaceae-Lobeliaceae. СПб.: Наука, 1991. 198 с. Т. 7, сем-ва Asteraceae. СПб.: Наука. 1993. 350 с. Т. 8, сем-ва Butomaceae-Turphaceae. СПб.: Наука. 1994. 271 с. Т. 9. Часть I. Сем-ва Lycopodiaceae-Ephedraceae. Часть II. Дополнение к 1-7 томам справочника. СПб.: Мир и семья-95. 1996. 571 с.
30. Роллов А. Х. Дикорастущие растения Кавказа, их распространение, свойства и применение. Тифлис. 1908. 599 с.
31. Снисаренко Т. А. Адаптации ксерофитов Предкавказья. М.: Изд-во МГОУ. 2006. 159 с.
32. Станков С. С. Дикорастущие полезные растения СССР. М.: Сов. Наука. 1951. 315 с.
33. Тайсумов М. А., Магомадова Р. С. Ксерофиты флоры Российского Кавказа: общая характеристика, классификация, поликомпонентный анализ. Махачкала: Алеф. 2017. 226 с.
34. Умаров М. У., Тайсумов М. А. Конспект флоры Чеченской Республики. Грозный: Изд-во АН ЧР. 2011. 151 с.
35. Цахуева Ф. П. Анализ видового состава и эколого-биологической структуры ксерофитов

- Предгорного Дагестана. Автореферат дисс..... канд. биол. наук. Махачкала. 2010. 24 с.
36. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья-95. 1995. 990 с.
37. Шильников Д. С. Флора бассейна реки Большая Лаба и её анализ. Автореферат дисс..... канд. биол. наук. Ставрополь. 2008. 21 с.
38. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во ЛГУ. 1984. 288 с.
39. Шретер А. И., Муравьёва Д. А., Пакалин Д. А., Ефимова Ф. В. Лекарственная флора Кавказа. М.: Медицина. 1979. 368 с.

REFERENCES

1. Ataev Z. V., Bratkov V. V. Landshaftnoe raznoobrazie osobo ohranyaemyh prirodnyh territorij Rossijskogo Kavkaza // Geograficheskij vestnik. Nauchnyj zhurnal Permskogo universiteta. 2011. № 1(16). S. 3-9.
2. Voronov YU. N. Dikorastushchie s"edobnye rasteniya Kavkaza // Trudy prikl. Botaniki. 1937. ser. 1. № 2. S. 17-39.
3. Galushko A. I. Analiz flory zapadnoj chasti Central'nogo Kavkaza // Flora Severnogo Kavkaza i voprosy eyo istorii. vyp. 1. Stavropol'. 1976. S. 5-130.
4. Galushko A. I. Flora Severnogo Kavkaza. Rostov: RGU. 1978-1980. T. 1. 1978. 317s. T. 2. 1980. 350 s. T. 3. 1980. 327 s.
5. Gvozdeckij N.A. Kavkaz. M.: Gosudarstvennoe izd-vo geograficheskoy literatury. 1963. 260 s.
6. Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. M.: Medicina. 11-e izdanie. vyp. 2. 1990. 398 s.
7. Grossgejm A. A. Dikie s"edobnye rasteniya Kavkaza. Baku: Izd-vo Az FAN. 1942. 72 s.
8. Grossgejm A. A. Rastitel'nye bogatstva Kavkaza. M.: Izd-vo MOIP. 1952. 631 s.
9. Grossgejm A. A. Flora Kavkaza. 2-e izdanie. 1939-1967: T. 1. Baku: Izd-vo Azerb. FAN SSSR. 1939. 404 s. T.2. Baku: Izd-vo Azerb. FAN SSSR. 1940. 284 s. T. 3. Baku: Izd-vo Azerb. FAN SSSR. 1945. 322s. T. 4. M.-L.: Izd-vo AN SSSR. 1950. 314 s. T. 5. M.-L.: Izd-vo AN SSSR. 1952. 456 s. T. 6. M.-L.: Izd-vo AN SSSR. 1962. 424 s. T. 7. M.-L.: Izd-vo AN SSSR. 1967. 894 s.
10. Gubanov I. A., Krylova I. L., Tihonova V. L. Dikorastushchie poleznye rasteniya SSSR. M.: Mysl'. 1976. 360s.
11. Dakieva M. K. Flora Respubliki Ingushetii i eyo analiz. Diss.... kand. biol. nauk. Stavropol'. 2003. 368 s.
12. Dikorastushchie poleznye rasteniya Rossii / Otv. red. A. L. Budancev, E. E. Lesiovskaya. SPb: Izd-vo SPFHA. 2001. 663 s.
13. Zernov A. S. Flora Severo-Zapadnogo Kavkaza. M.: Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK. 2006. 664 s.
14. Zernov A. S., Onipchenko V. G. Sosudistye rasteniya Karachaevo-CHerkesskoj respubliki. M.: MAKSPress. 2011. 240 s.
15. Ivanov A. L. Konspekt flory Stavropol'ya. 2-e izdanie, ispr. i dop. Stavropol': Izd-vo SGU. 2001. 200 s.
16. Kamelin R. V. Lekcii po sistematike rastenij. Glavy teoreticheskoy sistematiki rastenij. Barnaul: Izd-vo Azbuka. 2004a. 226 s.
17. Koldaev V. I. Zagotovki dikorastushchih pishchevyh produktov. M.: Lesnaya prom-t'. 1972. 96 s.
18. Konovalov N. A., Raskatov P. B. Pishchevye i lekarstvennye rasteniya lesov. M.: Goslestekhizdat. 1944. 52 s.
19. Konspekt flory Kavkaza. T. 1-3. / Pod redakciej A. L. Tahtadzhyana. T. I. SPb: Izd-vo SPbGU. 2003. 204 s.; T. II. SPb: Izd-vo SPbGU. 2003. 467 s.; T. III(1). SPb-M.: Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK. 2008. 469 s.; T. III(2). SPb-M.: Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK. 2012. 623 s.
20. Koshcheev A. K. Dikorastushchie s"edobnye rasteniya v nashem pitanii. M.: Pishchevaya promyshlennost'. 1980. 255 s.
21. Koshcheev A. K., Koshcheev A. A. Dikorastushchie s"edobnye rasteniya. M.: Kolos. 1994. 351 s.
22. Mirzaev D. M. Galofity Primorskoj nizmennosti (ekologo-biologicheskij i geograficheskij analiz). Avtoreferat diss... kand. biol. nauk. Mahachkala. 2013. 18 s.
23. Murtazaliev R. A. Konspekt flory Dagestana. Mahachkala: Izd-vo ID «Epoha». T. I-IV. 2009:

- T. I. 2009. 320 s.; T. II. 2009. 248 с.; T. III. 2009. 304 с.; T. IV. 2009. 232 с.
24. Nagalevskij V. YA. Galofity Severnogo Kavkaza (floristicheskij, ekologo-geograficheskij, fitocenoticheskij i anatomicheskij aspekty) Avtoreferat diss....dokt. biol. nauk. Voronezh. 2003. 39 s.
 25. Nagalevskij V. YA. Galofity Severnogo Kavkaza. Krasnodar: Izd-vo KubGU. 2001. 246 S.
 26. Pavlov N. M., Svistova G. V. Geografiya dikorastushchih plodov, yagod, gribov, lekarstvennogo syr'ya SSSR i ih zagotovka potrebitel'skoj kooperaciej. M. 1967. 64 s.
 27. Prirodoohrannaya strategiya WWF Rossii. 2018-2022. M. WWF Rossii. 2018. 56 s.
 28. Rakovskaya E. M. Fizicheskaya geografiya Rossii v 2-h tomah. Tom. 2. M.: Izdatel'skij centr «Akademiya». 2013. 256 s.
 29. Rastitel'nye resursy SSSR. Cvetkovye rasteniya, ih himicheskij sostav, ispol'zovanie. T. 1-9. 1985-1996. T. 1, sem-va Magnoliaceae-Limoniaceae. L.: Nauka. 1985. 460 s. T. 2, sem-va Paeoniaceae-Thymelaeaceae. L.: Nauka. 1986. 336 s. T. 3, sem-va Hydrangeaceae-Haloragaceae. L.: Nauka. 1987. 328 s. T. 4, sem-va Rutaceae-Elaeagnaceae. L.: Nauka. 1988. 357 s. T. 5, sem-va Caprifoliaceae-Plantaginaceae. – L.: Nauka, 1990. –326 s. T. 6, sem-va Hippuridaceae-Lobeliaceae. – SPb.: Nauka, 1991. –198 s. T. 7, sem-va Asteraceae. SPb.: Nauka. 1993. 350 s. T. 8, sem-va Butomaceae-Typhaceae. SPb.: Nauka. 1994. 271 s. T. 9. CHast' I. Sem-va Lycopodiaceae-Ephedraceae. CHast' II. Dopolnenie k 1-7 tomam spravochnika. SPb.: Mir i sem'ya-95. 1996. 571 s.
 30. Rollov A. H. Dikorastushchie rasteniya Kavkaza, ih rasprostranenie, svojstva i primenenie. Tiflis. 1908. 599 s.
 31. Snisarenko T. A. Adaptacii kserofitov Predkavkaz'ya. M.: Izd-vo MGOU. 2006. 159 s.
 32. Stankov S. S. Dikorastushchie poleznye rasteniya SSSR. M.: Sov. Nauka. 1951. 315 s.
 33. Tajsumov M. A., Magomadova R. S. Kserofity flory Rossijskogo Kavkaza: obshchaya harakteristika, klassifikacija, polikomponentnyj analiz. Mahachkala: Alef. 2017. 226 s.
 34. Umarov M. U., Tajsumov M. A. Konspekt flory Chechenskoj Respubliki. Groznyj: Izd-vo AN CHR. 2011. 151 s.
 35. Cahueva F. P. Analiz vidovogo sostav i ekologo-biologicheskij struktury kserofitov Predgornogo Dagestana. Avtoreferat diss..... kand. biol. nauk. Mahachkala. 2010. 24 s.
 36. Cherepanov S. K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv. SPb.: Mir i sem'ya-95. 1995. 990s.
 37. SHil'nikov D. S. Flora bassejna reki Bol'shaya Laba i eyo analiz. Avtoreferat diss..... kand. biol. nauk. Stavropol'. 2008. 21 s.
 38. SHmidt V. M. Matematicheskie metody v botanike. L.: Izd-vo LGU. 1984. 288 s.
 39. SHreter A. I., Murav'yova D. A., Pakaln D. A., Efimova F. V. Lekarstvennaya flora Kavkaza. M.: Medicina. 1979. 368 s.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Абдурзакова Аминат Султановна – кандидат биологических наук, доцент Чеченского государственного педагогического университета.

e-mail: anna-grozny@mail.ru

Магомадова Раиса Сайпудиновна – кандидат биологических наук, доцент Чеченского государственного педагогического университета.

e-mail: r.s.magomadova@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Abdurzakova Aminat Sultanovna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Chechen State Pedagogical University.

e-mail: anna-grozny@mail.ru

Magomadova Raisa Saipudinovna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Chechen State Pedagogical University.

e-mail: r.s.magomadova@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Абдурзакова А. С., Магомадова Р. С. Анализ утилитарной ксерофильной флоры

Российского Кавказа // Известия Чеченского государственного педагогического университета. Серия 2. Естественные и технические науки. 2021. №2 (25). С. 7–16. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-7

FOR CITATION

Abdurzakova A. S., Magomadova R. S. Analysis of the utilitarian xerophilic flora of the Russian Caucasus // News of the Chechen State Pedagogical University. Series 2. Natural and technical sciences. 2021. No. 2 (25). С. 7-16. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-7

УДК 581.9

DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-16

**К ФЛОРЕ СКАЛ И ОСЫПЕЙ
ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА**

Астамирова М.А.-М., Омархаджиева Ф.С.
Чеченский государственный
педагогический университет

**A BRIEF ANALYSIS OF THE
VEGETATION COVER OF ROCKS AND
SCREES IN THE CENTRAL CAUCASUS**

Astamirova M. A.-M., Omarkhadzhieva F. S.
Chechen State Pedagogical University

Аннотация. В статье кратко изложены результаты исследований растительного покрова малоизученных скальных и осыпных местообитаний высокогорий Центрального Кавказа. Перечислены основные ресурсно значимые группы и виды растений: кормовые, перспективные для качественного улучшения пастбищ, декоративные, ценные для селекции. Отмечено присутствие во флоре молодых эндемичных видов, свидетельствующих о продолжающихся в высокогорьях Центрального Кавказа видообразовательных процессах и связях её с флорами высокогорий Передней Азии и других территорий. Описаны особенности растительного покрова нивального, субнивального, альпийского и субальпийского поясов, характерные для них растительные сообщества и доминирующие в них виды растений. Учитывая оригинальность, самобытность флоры и растительности скал и осыпей, как эталонных для высокогорий Центрального Кавказа, отмечена целесообразность создания на этой территории биосферного заповедника.

Делается вывод о том, что скально-осыпная высокогорная растительность северной части Центрального Кавказа является не только эталоном для высокогорий Кавказа, но может служить резерватом генофонда многих ценных и полезных с разных точек зрения растений. Здесь сосредоточено значительное количество ценных кормовых, декоративных, лекарственных и др. полезных групп растений. Ряд видов перспективны как закрепители склонов, для подсева при улучшении малоценных кормовых угодий в горах, как ценные формы для ряда народно-хозяйственных целей. Детальное изучение (особенно в стационарных условиях) скально-осыпной растительности позволит получить новые ценные научные и практические результаты.

Ключевые слова: Центральный Кавказ, растительный покров, полезные виды, эндемики, высотные пояса, растительные сообщества, вопросы охраны.

Abstract. The article briefly outlines the results of studies of the vegetation cover of little-studied rocky and scree habitats in the highlands of the Central Caucasus. The main resource-significant groups and types of plants are listed: fodder, promising for the qualitative improvement of pastures, ornamental, valuable for breeding. The presence of young endemic species in the flora was noted, which testifies to the ongoing speciation processes in the highlands of the Central Caucasus and its relationship with the floras of the highlands of Western Asia and other territories. The features of the vegetation cover of the nival, subnival, alpine and subalpine belts, their characteristic plant communities and the dominant plant species are described. Taking into account the originality, originality of the flora and vegetation of rocks and talus, as a reference for the highlands of the Central Caucasus, the expediency of creating a biosphere reserve on this territory was noted.

It is concluded that the rock-scrée high-mountain vegetation of the northern part of the Central Caucasus is not only a standard for the high mountains of the Caucasus, but can serve as a reserve for the gene pool of many valuable and useful plants from different points of view. A significant amount of valuable fodder, ornamental, medicinal and other useful groups of plants is concentrated here. A number of species are promising as slope stabilizers, for overseeding when improving low-value fodder lands in the mountains, as valuable forms for a number of national economic purposes. A detailed study (especially under stationary conditions) of rock-scrée vegetation will make it possible to obtain new valuable scientific and practical results.

Keywords: *Central Caucasus, vegetation cover, beneficial species, endemics, altitudinal belts, plant communities, conservation issues.*

Скально-осыпная флора верхнеальпийского пояса северной части Центрального Кавказа как компонента географического ландшафта относится к разряду оригинальных носителей неповторимого генофонда, насыщенного эндемичными видами. В составе этой флоры выделяются высокогорные комплексы, характеризующиеся приуроченностью к каменистым субстратам, отличающимся уникальным флористическим составом. Одной из таких территорий является высокогорная часть северного макросклона Центрального Кавказа, слабо изученная в силу труднодоступности многих высокогорных массивов. Представляя значительный интерес как показатель интенсивного видообразования, места локализации узколокальных эндемиков, представителей, монотипных эндемичных родов, эта территория заслуживает детального изучения, что позволит внести существенный вклад в корректировку модели флорогенеза высокогорной кавказской флоры.

Решение этой задачи находится в рамках реализации актуальной глобальной проблемы – изучения и сохранения биологического разнообразия, приобретающей в настоящее время всё большее значение. Инвентаризация и анализ флоры этой территории является основой для оценки состояния, тенденций изменения фитобиоты, её влияния на целостность среды обитания, а также для составления прогнозов во многих теоретических и практических областях.

Исследование флоры обозначенной территории с этих позиций имеет огромное значение для разработки рекомендаций по рациональному использованию растительных ресурсов, а также для прогнозирования последствий влияния человека на фитобиоту высокогорий.

Материал для исследования получен в результате наблюдений в природе и сбора гербарного материала во время экспедиций (2010–2019 гг.), неоднократного посещения основных высокогорных массивов Кабардино-Балкарии (Эльбрус, Донгуз-орун), Северной Осетии-Алания (Казбек), Чечни, Ингушетии, Дагестана и некоторых районов северной Грузии. Все перечисленные маршруты в большей своей части охватывали труднодоступные высокогорья. Всего собрано около 2500 гербарных образцов. Проанализированы также гербарные фонды Гербария Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE), Московского государственного университета (MW), Южного федерального университета (RWBG), Дагестанского государственного университета (LENUD), Кабардино-Балкарского государственного университета (KBHG-AUBSN), Ингушского государственного университета (INGU), Горного ботанического сада Дагестанского научного центра РАН (DAG), Северо-Осетинского заповедника. На основе анализа гербарных фондов составлены списки видов с высот от 2900 м до 3900-4000 м над у.м. в различных частях центральной и восточной частей Российского Кавказа.

Аналитические данные получены стандартными методами, разработанными А.А. Гроссгеймом (1936, 1948) [16, 17], применявшимися при анализе флор отдельных территорий Северного Кавказа – Западной части Центрального Кавказа (Галушко, 1976)[14], Предкавказья (Иванов, 1998) [19] и др., по которым устанавливались систематическая, эколого-ценотическая, биоморфологическая и хорологическая структура флоры. В основу флорогенетического анализа положены методы: морфолого-эколого-географического

анализа, флорогенетического анализа и синтеза, эволюционных рядов (Камелин, 2004) [20].

С использованием перечисленных методов выяснялось положение видов в системе рода (принадлежность к определённой секции, подсекции, ряду, циклу), определялась пространственная локализация ближайших родственников и возможные филогенетические связи.

В процессе исследований скально-осыпной флоры Центральной части Главного Кавказского хребта [1-11] нами рассматривались проблемы истории изучения этой группы растений, изучались анатомические и морфологические особенности высокогорных видов, их физиологические адаптации к экстремальным условиям и распределение по флорогенетическим районам, таксономический и высотно-поясной анализ, вопросы флорогенеза и фитосозологии.

Скально-осыпные элементы ландшафта занимают большие пространства на Кавказе, в частности в его центральных частях. В капитальной работе «Растительный покров Кавказа» акад. А.А. Гроссгейм писал: «Широкого развития достигает скальная и осыпная растительность на Большом Кавказе, в особенности в его центральных частях, где в высокогорьях преобладают скально-каменистые ландшафты... Более или менее детальных описаний растительных отношений на скально-осыпных местообитаниях для этих районов нет» [16, с. 101].

Хотя прошло более трех десятилетий с тех пор, как увидел свет названный труд, вопрос этот до сих пор остается неизученным, так как внимание исследователей в первую очередь уделялось и уделяется изучению сформированных высокогорных альпийских и субальпийских лугов, имеющих большое народно-хозяйственное значение. Немаловажное значение имеет и другая причина – труднодоступность скально-каменистых местообитаний в течение круглого года. Все это привело к тому, что оригинальный тип растительности на громадной площади до сих пор остаётся мало, а в некоторых районах и совсем не изученным. В то же время одной из актуальных проблем фитоценологии является всестороннее изучение этой, до сих пор мало изученной растительности, в целях познания закономерности ценогенезиса, выявления генофонда редких, эндемичных, реликтовых видов и изучения их экологии с конечной целью выработки рекомендаций по рациональному их использованию.

Со словами А.А. Гроссгейма [16] перекликается утверждение В.И. Василевича [13] о скудности в отечественной ботанической литературе данных о незональных типах (сорной, скально-осыпной и др.) растительности. Поэтому сейчас, когда проектируется издание многотомной работы «Флора Северного Кавказа», изучение незональных типов растительности является одной из основных задач ботаников.

В составе скально-осыпной растительности есть много разных высококачественных кормовых трав (*Alchemilla caucasica*, *Alchemilla caucasica*, *A. sericata*, *Anthyllis lachnophora*, *Astragalus alpinus*, *A. levieri*, *Alopecurus sericeus*, *Asplenium trichomanes*, *Carex tristis*, *C. medwedewii*, *C. huetiana*, *Carum carvi*, *Golpodium versicolor*, *Cicer minutum*, *Dichodon cerastoides*, *Eleocharis quinqueflora*, *Ephedra procera*, *Eriophorum vaginatum*, *E. Polystachyon*, *Gystopteris fragilis*, *Hedysarum caucasicum*, *Koeleria buschiana*, *Leontodon hispidus*, *Lupinaster polyphyllum*, *Onobrychis petraea*, *Plantago saxatilis*, *Poa alpina*, *Polypodium vulgare*, *Rumex acetoselloides*, *Senecio platyphylloides*, *Taraxacum porphyranthum* *Trifolium* (*T. ambiguum*, *T. canescens*, *T. trichocephalum*, *Vavilovia formosa*, *Vicia alpestris*, *Vicia alpestris*, *Vicia larissae*, *V. grossheimii* и др.), которые могут найти применение в народном хозяйстве, при создании культурных пастбищ, а также для увеличения продуктивности и восстановления нарушенных высокогорных пастбищ путем подсева семян. Помимо кормовых трав, флора скал и осыпей располагает резервом декоративных (*Anemonastrum speciosum*, *Anthemis marschallianus*, *A. sosnovskyana*, *Aster alpinus*, *Betula litwinowii*, *B. pendula*, *B. raddeana*, *Campanula biebersohteiniana*, *G. dolomitica*, *Cerastium polymorphum*, *Gorydalis alpestris*, *Dianthus discolor*, *Delphinium caucasicum*, *Dentaria bipinnata*, *Papaver lisae*, *P. oreophilum*,

Pulsatilla albana, *P. violaceae*, *Primula algida*, *P. meyeri*, *P. ruprechtii*, *Psephellus dealbatus*, *Gypsophila tenuifolia*, *Erigeron uniflorus*, *Aipyanthus echioides*, *Lilium monadelphum*, *Thymus lipskyi*, *Tripleurospermum subnivale*, *Trifolium polyphyllum*, виды рода *Rosa*, *Rhododendron caucasicum*, *Scabiosa caucasica*, *Silene lychnidea*, *S. compacta*, *Senecio platyphylloides*, *Valeriana saxicola*, *Viola caucasica*, *Veronica gentianoides*), склоно-закрепительных (*Ranunculus arachnoideus*, *R. tebulossicus*, *Minuartia aizoides*, *Silene chlorifolia*, *Silene humilis*, *Apterigia pumila*, *Didymophysa aucheri*, *Erysimum babadagensis*, *Sedum stevenianum*, *Vavilovia formosa* *Oberna lacera* и др.) и других групп полезных растений, перспективных в качестве исходных материнских форм при селекционных работах.

По характеру использования декоративные растения подразделяются на несколько групп:

1. Луковичные эфемероиды: *Lloydia serotina*, *Allium oreophilum*.
2. Корневищные эфемероиды: *Pulsatilla albana*, *P. violacea*, *Anemonastrum speciosum*, *Corydalis alpestris*, *C. conorhiza*, *C. emanuelii*, *Primula amoena*, *P. bayerni*, *P. meyeri*, *P. cordifolia*, *Viola caucasica*, *V. oreades*, *V. minuta*, *V. meyeriana*, *Gentiana djimilensis*, *G. angulosa*, *G. septemfida*, *Dracocephalum botryoides*.
3. Суккуленты: *Sempervivum caucasicum*, *S. ingwersenii*, *S. pumilum*, *Sedum stevenianum*, *S. involucratum*, *S. tenellum*, *S. album*.
4. Низкорослые полукустарники, образующие ковры или небольшие заросли: *Dryas caucasica*, *Thymus caucasicus*, *Th. collinus*, *Th. nummularius*, *Th. transcaucasicus*, *Ziziphora puschkinii*.
5. Средневысотные растения, перспективные для создания композиций: *Potentilla ghalghana*, *Valeriana daghestanica*, *Myosotis alpestris*, *Lamium tomentosum*, *Trollius ranunculinus*, *Papaver lisae*, *Dianthus cretaceus*, *Oberna lacera*, *O. pubicaulis*, *Silene lychnidea*, *Polygonum carneum*, *Aster alpinus*, *Centaurea cheiranthifolia*, *Senecio taraxacifolius*, *S. karjaginii*, *Anthemis iberica*.
6. Высокие красивоцветущие растения: *Aconitum confertiflorum*, *A. nasutum*, *A. cymbulatum*, *Anemonastrum fasciculatum*, *Scabiosa caucasica*, *Asyneuma campanuloides*, *Cirsium cephalotes*, *Doronicum oblongifolium*.
7. Декоративные кустарники: *Juniperus depressa*, *Rhododendron caucasicum*, *Daphne glomerata* [4].

Скально-осыпная растительность представляет не только важный практический интерес, но также и научный для решения ряда теоретических вопросов. Своеобразные эдафические и микроклиматические условия скал и осыпей способствовали выживанию и сохранению здесь многих видов прошлых климатических времен. Как некоторые другие высокогорные экотопы, скалы и осыпи стали убежищами (рефугиумами) для реликтовых растений при неблагоприятных климатических условиях. Изучение этих растений (их биологии, экологии, систематики) как в природе, так и в культуре может пролить свет на истоки и пути формирования флоры и характеристики климата минувших эпох. Одной из главных проблем современной ботаники является проблема видообразования, а высокогорья Центрального Кавказа, как известно, являются одним из очагов этого процесса. В решении проблемы многое может дать изучение биологии эндемичных растений. Особый интерес в этом отношении представляют молодые виды (неоэндемы – *Leontodon tlostanovii*, *Rosa kossii*), чаще всего это узкорегинальные эндемы (*Ranunculus suukensis*, *Jurinea dolomitica*, *Daphne baxanica*, *Astragalus balkaricus*, *Campanula kirpicznikovii* и др.) с точечным ареалом, являющиеся продуктами эволюционного процесса, протекающего в данное время. Не менее ценными являются и виды с разорванными ареалами. Таких видов на наших скалах и осыпях немало, связаны они своим происхождением преимущественно с высокогорными районами Передней Азии (Иран, Турция, Закавказье). Поскольку процессы фитоценогенеза таят в себе много нерешенных вопросов, нам кажется, что решение некоторых из них следует начинать с

исследования «напочвенных» первично-обнаженных образований, каковыми и являются скально-осыпные субстраты. Тем не менее, как это будет видно из дальнейшего изложения, скально-осыпная растительность на Кавказе изучена чрезвычайно слабо. Имеются лишь отдельные сведения о флористическом составе конкретных территорий, но обобщающих работ в этом направлении нет.

В связи с отсутствием специальных работ по растительности Центрального Кавказа, основные черты растительного покрова мы даем, исходя из работ А.А. Гроссгейма [16], Е.В. Шифферс [24, 25] и др. авторов. Центральная часть северного склона Большого Кавказа определяет основные черты его растительного покрова. Центральный Кавказ входит в Терский округ Кавказской флористической провинции области горных лесов южной Европы [15, 16].

Растительный покров исследуемого района отличается большим разнообразием. Как и почвенный покров, он подчинен закону вертикальной поясности. Здесь встречается ряд типов растительности, начиная от нагорных ксерофитов, до холодостойких альпийских лугов. Такое разнообразие объясняется горным рельефом.

Нивальный пояс характеризуется крайне суровыми условиями жизни. Снеговая линия здесь проходит на высоте 3700 м над ур. моря. Кое-где из-под снега и льда выступают скалы, на которых встречаются накипные лишайники. Любая другая растительность отсутствует. Для субнивального пояса характерна своеобразная пионерная растительность несомкнутых группировок на скалах и осыпях. Здесь рассеянно встречаются отдельные экземпляры видов родов *Cerastium*, *Minuartia*, *Primula*, *Saxifraga*, *Veronica*.

В альпийском поясе в зависимости от местообитания встречаются два типа растительности – пустоши и альпийские луга.

Пустоши представляют собой группировки низкотравных и кустарничковых растений (*Vaccinium myrtillus*, *Empetrum caucasicum*) распространенные по вершинам гор. Основу травостоя составляют: *Alopecurus sericeus*, *A. glacialis*, *Campanula biebersteiniana*, *Corydalis emanueli*, *Delphinium caucasicum*, *Draba siligiosa*, *Dryas caucasica*, *Erigeron uniflorus*, *Gentiana djimiltnsis*, *Jurinella subacaulis*, *Kobresia schoenoides*, *Pedicularis armena*, *Potentilla cranzii*, *P. gelida*, *Primula algida*, *Saxifraga exarata*, *S. sibirica*, *Scrophularia minima*, *Senecio karjanii*, *S. taraxicifolius*, *Trpleurospermum caucasica*, *Viola minuta* и др. Всегда присутствует мохово-лишайниковый покров, представленный различными видами мхов – *Dicranum bonjeanii*, *Hypnum vaucheri*, *Polytrichum sexangulare*, *Encalypta vulgaris*, *Desmatodon latifolius*, а также *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Hylocomium splendens*, *Hypnum cupressiforme*, *Sanionia uncinata*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichastrum alpinum*, *Pogonatum urnigerum*, *Pterigynandrum filiforme*, *Barbula unguiculata*, *Tortula ruralis*, *Schistidium apocarpum*, *Tortella tortuosa* и др. и лишайниками – *Alectoria chalybeiformis*, *Caloplaga elegans*, *Cetrelia cetrarioides*, *Cetraria nivalis*, *C. islandica*, *Cladonia alpicola*, *Cl. fimbriata*, *Cl. major*, *Cyphelium neesii*, *Lecidea atrobrunnea*, *Parmelia centrifuga*, *P. vagans*, *Placolecnora melanophthalma*, *P. rubia*, *P. murilis*, *Rhizocarpon geographicum*, *Stereocaulion alpinum*, *Thamnia vermicularis*, *Umbilicaria virginis*, *U. cylindrical* и др.) [19] (с. 21). Травостой альпийских лугов составляют злаки: *Alopecurus vaginatus*, *Anthoxanthura alpinum*, *Festuca ovina*, *Poa alpina*; осоки: *Carex huetiana*, *C. tristis*; Из разнотравья: *Alchemilla caucasica*, *A. sericea*, *Campanula biebersteiniana*, *C. ciliata* и др. Луговая растительность альпийского пояса постепенно сменяется субальпийскими лугами – субальпийским высокотравьем, отчасти березовым криволесьем и зарослями «родоретов».

По высоте травостоя субальпийские луга подразделяются на высокотравные и среднетравные [21], а по составу на злаковые, разнотравные и злаково-разнотравные. Характерными видами субальпийских лугов являются: *Aconitum nasutum*, *Agrostis vinealis*, *Alopecurus vaginatus*, *Bistorta carnea*, *Bromopsis erecta*, *Calamagrostis arundinacea*, *Carex caucasica*, *Daphne glomerata*, *Delphinium flexuosum*, *Deschampsia caespitosa*; *Gadellia lactiflora*, *Gymnadenia conopsea*, *Inula orientalis* *Koeleria caucasica*, *Oberna wallichiana*, *Phleum montanum*, *Polystichum lonchitis*, *Pulsatilla albana*, *Puscinia scilloides*, *Rumex arifolius*, *Sanguisorba*

officinalis, *Swertia iberica*, *Trisetum turcium*, *Valeriana alliariifolia*, *Vicia balansae*, из разнотравья – *Astrantia maxima*, *Anemone fasciculata*, *Jnula grandiflora*, *Scabiosa caucasica*; из бобовых: *Galega orientalis*, виды рода клевер: *Trifolium ambiguum*, *T. canescens*, *T. rytidosemium*, *T. spadiceum*, *T. trichocephalum*, *Anthyllis caucasica*, *Medicago falcata*, *M. falcata*, *M. vardanis*, *M. subfalcata*, *M. minima*, *Lupinaster polyphyllum*, *Amoria montana*, *Vicia sepium*, *V. truncatula*, *V. sativa*, *V. angustifolia*, *V. cassubica*, *V. caucasica*, *V. larissae*, *V. alpestris*, *V. grossheimii*, *V. tenuifolia* и др.

Заросли рододендрона кавказского занимают склоны северных экспозиций. Лесная растительность представлена мелколиственными и хвойными лесными формациями. Верхний предел леса образован субальпийскими березняками. Основными лесобразующими породами здесь являются виды рода *Betula* (*B. litwinowii*, *B. pendula*, *B. raddeana*), хвойный лес представлен скальными сосняками из *Pinus sosnovskyi* на склонах южных экспозиций.

Горно-степной пояс приурочен к сухим склонам южных и юго-восточных экспозиций, не образуя сплошного массива, образован фрагментарно. Растительность представлена нагорными ксерофитами и участками настоящих типчаково-ковыльных степей.

В распределении видов в верхнеальпийском поясе на Центральном Кавказе можно выделить высотную закономерность (табл. 1):

Таблица 1. Распределение верхнеальпийских видов флоры по высотным поясам в Центральном Кавказе

№	Высота над ур. м. (в м)	Виды растений (число видов)
1.	3000	<i>Anemone fasciculata</i> , <i>Alchemilla speciosa</i> , <i>Asplenium trichomanes</i> , <i>A. viride</i> , <i>A. rutamuraria</i> , <i>Astragalus freynii</i> , <i>A. incertus</i> , <i>A. brachytropis</i> , <i>Agrostis planifolia</i> , <i>Androsace barbulate</i> , <i>Agrostis planifolia</i> , <i>Calamagrostis caucasica</i> , <i>Carex leporine</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>C. vaginata</i> , <i>Carum carvi</i> , <i>Carduus adpressus</i> , <i>Campanula fominii</i> , <i>Cynoglossum holocericeum</i> , <i>Charesia akinfievii</i> , <i>Chamerion caucasicum</i> , <i>Draba elisabethae</i> , <i>D. ossetica</i> , <i>Dianthus cretaceus</i> , <i>Delphinium speciosum</i> , <i>D. caucasicum</i> , <i>Epilobium prionophyllum</i> , <i>E. algidum</i> , <i>E. palustre</i> , <i>Gypsophila tenuifolia</i> , <i>Gymnocarpium dryopteris</i> , <i>Gentianella promethean</i> , <i>Gentiana aquatica</i> , <i>Gnaphalium caucasicum</i> , <i>Geranium platypetalum</i> , <i>Heracium hypoglaucum</i> , <i>Inula grandiflora</i> , <i>Leontodon caucasicus</i> , <i>Juniperus hemisphaerica</i> , <i>Linum hypericifolium</i> , <i>Myricaria bracteata</i> , <i>Potentilla agrimonoides</i> , <i>P. ghalghana</i> , <i>P. ruprechtii</i> , <i>P. brachypetala</i> , <i>Polygonum panjutinii</i> , <i>Pulsatilla albana</i> , <i>Papaver caucasicum</i> , <i>Polemonium caucasicum</i> , <i>Pimpinella rhodantha</i> , <i>Pedicularis wilhelmsiana</i> , <i>Ranunculus helenae</i> , <i>R. acutilobus</i> , <i>Silene pygmaea</i> , <i>S. alpicola</i> , <i>Oberna lacera</i> , <i>O. pubicaulis</i> , <i>Senecio kolenatianus</i> , <i>Sedum pilosum</i> , <i>S. caucasicum</i> , <i>S. spurium</i> , <i>V. pseudoelongatus</i> , <i>Senecio kolenatianus</i> , <i>Trifolium trichocephalum</i> , <i>Veronica monticola</i> , <i>V. gentianoides</i> , <i>Valeriana saxicola</i> (67 видов)
2.	3200	<i>Alopecurus glacialis</i> , <i>Acanthophaea beckerana</i> , <i>Carex huetiana</i> , <i>Deschampsia caespitosa</i> , <i>Draba hispida</i> , <i>D. stylaris</i> , <i>Festuca sommieri</i> , <i>Gagea anisanthos</i> , <i>Helyanthemum buschi</i> , <i>Plantago saxatilis</i> , <i>Ranunculus oreophilus</i> , <i>Silene ruprechtii</i> , <i>Trifolium rutidosemium</i> , <i>T. spadiceum</i> , <i>Thymus numurarius</i> (15 видов)
3.	3300	<i>Anthemis marschalliana</i> , <i>Arenaria lychnideae</i> , <i>Senecio caucasiogenus</i> , <i>Campanula petrophila</i> , <i>Carex oreophila</i> , <i>Coronilla balansae</i> , <i>C. capitata</i> , <i>Dentaria bipinnata</i> , <i>Dryas caucasica</i> , <i>Gagea glacialis</i> , <i>Senecio racemes</i> , <i>S. taraxacifolius</i> , <i>Erigeron venustus</i> , <i>Erysimum subnivale</i> , <i>E. babadagensis</i> , <i>Festuca primae</i> , <i>Luzula spicata</i> , <i>Minuartia oreina</i> , <i>M. biebersteinii</i> , <i>M. circassia</i> , <i>Primula kunetzovii</i> , <i>P. amoena</i> , <i>Polygonum carneum</i> , <i>Ranunculus crassifolius</i> , <i>R. baidarae</i> , <i>Silene karatshaica</i> , <i>Silene caucasica</i> , <i>Sempervivum pumilum</i> , <i>Sedum stevenianum</i> , <i>Senecio caucasiogenus</i> , <i>S. racemosus</i> , <i>S. taraxacifolius</i> (31 вид)
4.	3400	<i>Anemone speciosa</i> , <i>Cruciata rugosa</i> , <i>Campanula valentinae</i> , <i>Cerastium purpurascens</i> , <i>Bupleurum subnivale</i> , <i>Draba bryoides</i> , <i>Potentilla gelida</i> , <i>P. glauca</i> , <i>Pseudovesicaria digitata</i> , <i>P. crantzi</i> , <i>Saxifraga flagellaris</i> , <i>Silene humilis</i> , <i>S. lychnideae</i> , <i>Sibbaldia parviflora</i> , <i>Viola meyerana</i> (15 видов)
5.	3500–39	<i>Antennaria caucasica</i> , <i>Alopecurus dasianthus</i> , <i>Androsace raddeana</i> , <i>Astragalus oreades</i> , <i>A. testiculatus</i> , <i>A. elisabethae</i> , <i>A. sericata</i> , <i>Alchemilla caucasica</i> , <i>Anetilla aurea</i> , <i>Anthemis iberica</i> , <i>Cerastium polymorphum</i> , <i>C. undulatifolium</i> , <i>Carum alpinum</i> , <i>C. caucasicum</i> , <i>Chaerophyllum humile</i> , <i>Chamaescidium acaule</i> , <i>Hedisarum caucasicum</i> , <i>Draba bruniifolia</i> , <i>Empertum</i>

		<i>caucasicum</i> , <i>Luzula pseudosudetica</i> , <i>Lupinaster polyphyllum</i> , <i>Lamium tomentosum</i> , <i>Myosotis alpestris</i> , <i>Minuartia inamoena</i> , <i>Nepeta supine</i> , <i>Pyrethrum daghestanicum</i> , <i>Primula bayernii</i> , <i>P. meyeri</i> , <i>Poa badensis</i> , <i>Polygonum viviparum</i> , <i>Senecio karjagini</i> , <i>Sedum tenellum</i> , <i>Senecio karjagini</i> , <i>Sibbaldia semiglabra</i> , <i>Trisetum ovatipaniculatum</i> , <i>Viola jreades</i> , <i>Veronica gentianoides</i> (39 видов)
6.	3600	<i>Gnaphalium supinum</i> , <i>Eunomia rotundifolia</i> , <i>Erigeron uniflorus</i> , <i>Pedicularis nordmanniana</i> , <i>P. subrostrata</i> , <i>Primula auriculata</i> <i>P. nivea</i> , <i>Ranunculus brachylobus</i> , <i>Senecio sosnovskyi</i> , <i>Veronica bogonensis</i> (10 видов)
7.	3700	<i>Matricaria subnivalis</i> , <i>Saxifraga mollis</i> (2 вида)
8.	3800	<i>Erigeron schalbusi</i> , <i>Saxifraga pontica</i> (2 вида)

Скально-осыпная растительность характеризуется достаточно большим разнообразием видов, среди которых много узкорегionalных эндемов (неоэндемов) с точечным ареалом, видов с разорванными ареалами, а также своим происхождением связанных с высокогорными флорами смежных и соседних территорий. Богата она и ресурсно значимыми видами, перспективными для использования в различных народно-хозяйственных целях.

Таким образом, скально-осыпная высокогорная растительность северной части Центрального Кавказа является не только эталоном для высокогорий Кавказа, но может служить резерватом генофонда многих ценных и полезных с разных точек зрения растений. Здесь сосредоточено значительное количество ценных кормовых, декоративных, лекарственных и др. полезных групп растений. Ряд видов перспективны как закрепители склонов, для подсева при улучшении малоценных кормовых угодий в горах, как ценные формы для ряда народно-хозяйственных целей. Детальное изучение (особенно в стационарных условиях) скально-осыпной растительности позволит получить новые ценные научные и практические результаты.

Учитывая оригинальность и самобытность флоры и растительности скал и осыпей как эталонных для высокогорий Центрального Кавказа, желательно было бы включить его в число биосферных заповедников России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астамирова М. А-М. Анализ высотно-поясного распространения видов *Primula* L. Терского Кавказа и Дагестана / М. А-М. Астамирова // Вестник АН ЧР. Грозный. 2010. Вып. №1. С. 11-15.
2. Астамирова М. А-М. Генезис верхнеальпийской скально-осыпной флоры Восточного Кавказа / М. А-М. Астамирова // Методы аналитической флористики и проблемы флорогенеза: материалы I-й Международной научно-практической конференции (г. Астрахань. 7-10 августа 2011). Астрахань. 2011. С.130-140.
3. Астамирова М. А-М. Экологические адаптации высокогорных растений Центрального и Восточного Кавказа / М. А-М. Астамирова // Биологическое разнообразие Кавказа и юга России: XV-я международная конференция (г. Махачкала. 5-6 ноября 2013). Махачкала. 2013а. С. 238-241.
4. Астамирова М. А-М. Растительные сообщества верхнеальпийского пояса Центрального и Восточного Кавказа / М. А-М. Астамирова // Вестник ДГУ. Махачкала. 2013б. Вып. №1. С. 148-153.
5. Астамирова М. А-М. Состояние исследований криофильной флоры Центрального и Восточного Кавказа / М. А-М. Астамирова // Вестник АН ЧР. Грозный. 2014а. Вып. №1(22). С. 16-28.
6. Астамирова М. А-М. Анатомические особенности некоторых высокогорных видов растений центральной и восточной части главного Кавказского хребта / М. А-М. Астамирова // Закономерности распространения, воспроизведения и адаптаций растений и животных: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию биологического факультета ДГУ (г. Махачкала. 13-14 октября 2014). Махачкала. 2014б. С. 23-26.
7. Астамирова М. А-М. К флоре альпийского и субальпийского пояса Чеченской республики / М. А-М. Астамирова // Известия Чеченского государственного

- педагогического университета. Серия 2. Естественные и технические науки. 2018б. № 1 (18). С. 35-44.
8. Астамирова М. А.-М. Некоторые вопросы из истории изучения криофильной флоры Центральной и Восточной части главного Кавказского хребта / М. А.-М. Астамирова // Вестник АН ЧР. Грозный. 2017а. №2 (35). С. 19-26.
 9. Астамирова М. А.-М. Анализ реликтовости верхнеальпийской скально-осыпной флоры центрального и восточного Кавказа / М. А.-М. Астамирова // Ботаника в современном мире: труды XIV съезда русского ботанического общества и конференции (г. Махачкала. 18-23 июня 2018). Махачкала. 2018а. Т.1. С. 104-105.
 10. Астамирова М. А.-М. Морфологические особенности криофильных растений центральной и восточной части главного Кавказского хребта / М. А.-М. Астамирова, М. У. Умаров, М. А. Тайсумов, А. С. Абдурзакова и др. // Вестник КрасГАУ. Красноярск. 2015. № 5. С. 135-143.
 11. Астамирова М. А.-М. Анатомо-физиологические адаптации криофильных растений центральной и восточной части Главного Кавказского хребта / М. А.-М. Астамирова, М. У. Умаров, М. А. Тайсумов // Вестник КрасГАУ. Красноярск. 2016. № 11. С. 114-122.
 12. Акатова Т. В. Листостебельные мхи Кавказского заповедника (Западный Кавказ, Россия) / Т.В. Акатова // *Arctoa*. 2002. №11. С. 179-204.
 13. Василевич В. И. О проекте многотомного издания «Растительность СССР» / В. И. Василевич // Бот. журн. 1983. Т.63. № 3. С. 281-286.
 14. Галушко А. И. Анализ флоры западной части Центрального Кавказа / А. И. Галушко // Флора Северного Кавказа и вопросы её истории. Ставрополь. 1976. Вып. 1. С. 5-130.
 15. Гроссгейм А. А. Введение в геоботаническое обследование зимних пастбищ СССР Азербайджана / А. А. Гроссгейм. Баку. 1939. 75 с.
 16. Гроссгейм А.А. Растительный покров Кавказа / А.А. Гроссгейм. М.: МОИП. 1948. 264 с.
 17. Гроссгейм А. А. Анализ флоры Кавказа / А. А. Гроссгейм // Труды Бот. инст-та Азерб. фил. АН СССР. Баку. 1936. Т.1. 256 с.
 18. Гроссгейм А. А. Флора Кавказа. 2-е изд. 1939-1967. Т. 1. / А. А. Гроссгейм. Баку: Изд. Азерб. ФАН СССР. 1939. 404 с.
 19. Иванов А. Л. Флора Предкавказья и ее генезис / А. Л. Иванов. Ставрополь: Изд-во СГУ. 1998. 204 с.
 20. Камелин Р. В. Лекции по систематике растений. Главы теоретической систематики растений / Р. В. Камелин. Барнаул: Изд-во АЗБУКА. 2004. 226 с
 21. Кос Ю. И. Растительность Кабардино-Балкарии и ее хозяйственное использование / Ю. И. Кос. Нальчик. 1959. С.198.
 22. Нахуцришвили Г. Ш. Жизнь растений в экстремальных условиях высокогорий / Г. Ш. Нахуцришвили, З. Г. Гамцемлидзе. Д.: Наука. 1984. 123 с.
 23. Слонов Т.Л. Анализ лишенофлоры Кабардино-Балкарии / Т.Л. Слонов // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной Академии наук. Майкоп. 1998. т.1. №1. С. 48-50.
 24. Шифферс Е. В. Растительность природных кормовых угодий КАССР / Е. В. Шифферс // Природные ресурсы КАССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1946. С. 158-161.
 25. Шифферс, Е.В. Растительность Северного Кавказа и его природно-кормовые угодья / Е. В. Шифферс. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1953. 368 с.

REFERENCES

1. Astamirova M. A.-M. Analiz vysotno-poyasnogo rasprostraneniya vidov *Primula L.* Terskogo Kavkaza i Dagestana / М. А.-М. Astamirova // *Vestnik AN CHR. Groznyj*. 2010. Vyp. №1. S. 11-15.
2. Astamirova M. A.-M. Genezis verhneal'pijskoj skal'no-osypnoj flory Vostochnogo Kavkaza / М. А.-М. Astamirova // *Metody analiticheskoy floristiki i problemy florogeneza: materialy I-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g. Astrahan'. 7-10 avgusta 2011)*. Astrahan'. 2011. S.130-140.
3. Astamirova M. A.-M. Ekologicheskie adaptacii vysokogornyh rastenij Central'nogo i Vostochnogo Kavkaza / М. А.-М. Astamirova // *Biologicheskoe raznoobrazie Kavkaza i yuga Rossii: XV-ya mezhdunarodnaya konferenciya (g. Mahachkala. 5-6 noyabrya 2013)*. Mahachkala. 2013a. S. 238-241.
4. Astamirova M. A.-M. Rastitel'nye soobshchestva verhneal'pijskogo poyasa Central'nogo i

- Vostochnogo Kavkaza / M. A.-M. Astamirova // Vestnik DGU. Mahachkala. 2013b. Vyp. №1. S. 148-153.
5. Astamirova M. A.-M. Sostoyanie issledovaniy kriofil'noj flory Central'nogo i Vostochnogo Kavkaza / M. A.-M. Astamirova // Vestnik AN CHR. Groznyj. 2014a. Vyp. №1(22). S. 16-28.
 6. Astamirova M. A.-M. Anatomicheskie osobennosti nekotoryh vysokogornyh vidov rastenij central'noj i vostochnoj chasti glavnogo Kavkazskogo hrebta / M. A.-M. Astamirova // Zakonomernosti rasprostraneniya, vosproizvedeniya i adaptacij rastenij i zhivotnyh: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoj 50-letiyu biologicheskogo fakul'teta DGU (g. Mahachkala.13-14 oktyabrya 2014). Mahachkala. 2014b. S. 23-26.
 7. Astamirova M. A.-M. K flore al'pijskogo i subal'pijskogo poyasa SHechenskoj respubliki / M. A.-M. Astamirova // Izvestiya SHechenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya 2. Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2018b. № 1 (18). S. 35-44.
 8. Astamirova M. A.-M. Nekotorye voprosy iz istorii izucheniya kriofil'noj flory Central'noj i Vostochnoj chasti glavnogo Kavkazskogo hrebta / M. A.-M. Astamirova // Vestnik AN CHR. Groznyj. 2017a. №2 (35). S. 19-26.
 9. Astamirova M. A.-M. Analiz reliktovnosti verhneal'pijskoj skal'no-osypnoj flory central'nogo i vostochnogo Kavkaza / M. A.-M. Astamirova // Botanika v sovremennom mire: trudy XIV s"ezda russkogo botanicheskogo obshchestva i konferencii (g. Mahachkala.18-23 iyunya 2018). Mahachkala. 2018a. T.1. S. 104-105.
 10. Astamirova M. A.-M. Morfologicheskie osobennosti kriofil'nyh rastenij central'noj i vostochnoj chasti glavnogo Kavkazskogo hrebta / M. A.-M. Astamirova, M. U. Umarov, M. A. Tajsumov, A. S. Abdurzakova i dr. // Vestnik KrasGAU. Krasnoyarsk. 2015. № 5. S. 135-143.
 11. Astamirova M. A.-M. Anato-mo-fiziologicheskie adaptacii kriofil'nyh rastenij central'noj i vostochnoj chasti Glavnogo Kavkazskogo hrebta / M. A.-M. Astamirova, M. U. Umarov, M. A. Tajsumov // Vestnik KrasGAU. Krasnoyarsk. 2016. № 11. S. 114-122.
 12. Akatova T. V. Listostebel'nye mhi Kavkazskogo zapovednika (Zapadnyj Kavkaz, Rossiya) / T.V. Akatova // Arctoa. 2002. №11. S. 179-204.
 13. Vasilevich V. I. O proekte mnogotomnogo izdaniya «Rastitel'nost' SSSR» / V. I. Vasilevich // Bot. zhurn. 1983. T.63. № 3. S. 281-286.
 14. Galushko A. I. Analiz flory zapadnoj chasti Central'nogo Kavkaza / A. I. Galushko // Flora Severnogo Kavkaza i voprosy eyo istorii. Stavropol'. 1976. Vyp. 1. S. 5-130.
 15. Grossgejm A. A. Vvedenie v geobotanicheskoe obsledovanie zimnih pastbishch SCSP Azerbajdzhana / A. A. Grossgejm. Baku. 1939. 75 s.
 16. Grossgejm A. A. Rastitel'nyj pokrov Kavkaza / A. A. Grossgejm. M.: MOIP. 1948. 264 s.
 17. Grossgejm A. A. Analiz flory Kavkaza / A. A. Grossgejm // Trudy Bot. inst-ta Azerb.fil. AN SSSR. Baku. 1936. T.1. 256 s.
 18. Grossgejm A. A. Flora Kavkaza. 2-e izd. 1939-1967. T. 1. / A. A. Grossgejm. Baku: Izd. Azerb. FAN SSSR. 1939. 404 s.
 19. Ivanov A. L. Flora Predkavkaz'ya i ee genезis / A. L. Ivanov. Stavropol': Izd-vo SGU. 1998. 204 s.
 20. Kamelin R. V. Lekcii po sistematike rastenij. Glavy teoreticheskoj sistematiki rastenij / R. V. Kamelin. Barnaul: Izd-vo AZBUKA. 2004. 226 s.
 21. Kos YU. I. Rastitel'nost' Kabardino-Balkarii i ee hozyajstvennoe ispol'zovanie / YU. I. Kos. Nal'chik. 1959. S.198.
 22. Nahucrishvili G. SH. ZHizn' rastenij v ekstremal'nyh usloviyah vysokogorij / G. SH. Nahucrishvili, Z. G. Gamcemlidze. D.: Nauka. 1984. 123 s.
 23. Slonov T. L. Analiz lihenoflory Kabardino-Balkarii / T. L. Slonov // Doklady Adygskoj (SHekesskoj) Mezhdunarodnoj Akademii nauk. Majkop. 1998. t.1. №1. S. 48-50.
 24. SHiffers E. V. Rastitel'nost' prirodnyh kormovyh ugodij KASSR / E. V. SHiffers // Prirodnye resursy KASSR. M.-L.: Izd-vo AN SSSR. 1946. C. 158-161.
 25. SHiffers, E.V. Rastitel'nost' Severnogo Kavkaza i ego prirodno-kormovye ugod'ya / E. V. SHiffers. M.-L.: Izd-vo AN SSSR. 1953. 368 s.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Астамирова Маржан Абдул-Межидовна – кандидат биологических наук, доцент Чеченского государственного педагогического университета.

e-mail: astamirova@bk.ru

Омархаджиева Фатима Сагаудиновна – кандидат биологических наук, доцент Чеченского государственного педагогического университета.

e-mail: fati2466@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Astamirova Marzhan Abdul-Mezhidovna – Candidate of Biological Sciences, associate professor of the Chechen State Pedagogical University.

e-mail: astamirova@bk.ru

Omarkhadzhieva Fatima Sagaudinovna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Chechen State Pedagogical University.

e-mail: fati2466@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Астамирова М. А.-М., Омархаджиева Ф. С. К флоре скал и осыпей Центрального Кавказа // Известия Чеченского государственного педагогического университета. Серия 2. Естественные и технические науки. 2021. №2 (25). С. 16–25. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-16

FOR CITATION

Astamirova M. A.-M., Omarkhadzhieva F. S. A brief analysis of the vegetation cover of rocks and screes in the Central Caucasus // News of the Chechen State Pedagogical University. Series 2. Natural and technical sciences. 2021. No. 2 (25). С. 16-25. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-16

УДК 574.9

DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-25

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО АРЕАЛА THERETRA ALECTO (THERETRA, SPHINGIDAE) В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

*Автаева Т. А.¹, Сапарбаева Л. М.²,
Кушалиева Ш. А.¹*

¹Чеченский государственный педагогический университет,

²Комплексный научно-исследовательский институт им. Х. И. Ибрагимова РАН

MODELING THE BIOCLIMATIC RANGE OF THERETRA ALECTO (THERETRA, SPHINGIDAE) UNDER CONDITIONS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE

*Avtaeva T. A.¹, Saparbayeva L. M.²,
Kushaliev Sh. A.¹*

¹Chechen State Pedagogical University

²K. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences

Аннотация. На основе 19 биоклиматических переменных BioClim по собственным данным и данным GBIF в среде MaxEnt получены актуальный и прогнозные ареалы распространения *Theretra alecto* (Linnaeus, 1758). Прогнозные ареалы распространения *T. alecto* были получены на основе двух климатических сценариев – RCP 2.6 и RCP8.5 и связаны с глобальными изменениями климата. Анализ проведен на основе 209 точек присутствия данного вида с координатами. В результате моделирования в среде MaxEnt удалось установить наиболее значимые для данного вида биоклиматические параметры, среди которых есть среднемесячные суточные температуры, средняя температура наиболее сухого квартала и изотермальность.

Ключевые слова: *Theretra alecto*, биоклиматические параметры, прогнозные ареалы, климатические сценарии, пространственное распространение, Maxent.

Abstract. On the basis of 19 bioclimatic variables BioClim according to its own data and GBIF data in the MaxEnt environment, the current and predicted distribution areas of *Theretra alecto* were obtained (Linnaeus, 1758). The predicted distribution areas of *T. alecto* were obtained on the basis of two climatic scenarios - RCP 2.6 and RCP8.5 and are associated with global climate changes. The analysis was carried out on the basis of 209 points of presence of this species with coordinates. As a result of modeling in the MaxEnt environment, it was possible to establish the most significant bioclimatic parameters for this species, including the average monthly daily temperatures, the average temperature of the driest quarter and isothermality.

Keywords: *Theretra alecto*, bioclimatic parameters, predicted areas, climatic scenarios, spatial distribution, Maxent.

Исследование актуальных и прогнозных ареалов узкоспециализированных и малоизученных видов имеет важное значение, так как позволяет выявить закономерности их пространственного распространения в условиях изменяющегося климата. Изучая современный ареал вида, определяя оптимальные для его распространения биоклиматические параметры, можно прогнозировать изменения ареала при изменениях этих параметров на поверхности суши в глобальном масштабе [9].

Нами сделана попытка моделирования современного ареала на примере ночной бабочки из семейства бражников *Sphingidae* – *Theretra alecto*. Согласно литературным данным ареал вида охватывает Юго-Восточную Европу, Малую и Переднюю Азию, Индию, Малайский и Зондский Архипелаги, Филиппины, остров Тайвань, Закавказье и Среднюю Азию. Существуют фрагментарные данные о распространении данного вида на территории России [5, 8].

На Северном Кавказе бражник известен из Дагестана: Хунзахское плато, 1-5.07.2002; Махачкала, 6.08.2003 (колл. Е.Ильиной в биологическом музее ДГУ) [5]. Точки находок *T. alecto* были отмечены в Кыргызстане в 2018 [11]. В Казахстане вид был обнаружен в северных предгорьях хребта Заилийский Алатау (Алматинская область, северная часть Тянь-Шаньского горного массива) на высотах от 710 до 790 м, а в северо-восточных предгорьях хребта Каржантау (Туркестанская область, западная часть Тянь-Шаньского горного массива) – на высоте 550 м [12].

T. alecto предпочитает теплые условия обитания, а его куколки не переносят отрицательных температур [7].

Материалом для данной работы послужили полевые сборы авторов статьи (4 точки), а также данные, полученные из публикаций и открытой базы данных GBIF –209 точек *Theretra alecto* (Linnaeus, 1758) GBIF.org (26 January 2021) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.utsqbf>. В условиях Чеченской Республики *Theretra alecto* встречается в окрестностях Грозного, на винограднике в с. Побединское, в с. Толстой-Юрт и с. Беркат-Юрт. В 2020 году нами собрано более 10 экз., которые хранятся в зоологической коллекции КНИИ РАН. Для отлова бабочек применяли световые ловушки и ручной сбор под листьями винограда.

Для биоклиматического моделирования использованы данные глобальной базы климатических параметров WorldClim (www.worldclim.org): 19 биоклиматических переменных с пространственным разрешением 2.5 минуты. Для прогнозирования изменения ареала *T. alecto* в ближайшем будущем использовали 2 сценария изменения климата: RCP2.6 (подразумевает рост температуры на планете в среднем на 0.9°C) и RCP8.5 (рост на 4.1°C).

Для работы со слоями использовали программу QGIS 3.4.16 (Quantum GIS, 2020). Прогнозирование потенциального ареала проведено с помощью программы MAXENT 3.4.4 (Phillips, S. J., Dudík, M., & Schapire, R. E., 2017: Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1), http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent).

В среде Maxent, используя точки присутствия вида и биоклиматические параметры в виде растровых слоев, методом максимальной энтропии нами выполнен многомерный анализ

климатической ниши, установлены экологические факторы, оказывающие наибольшее влияние на современное распространение *T. alecto* [4, 6, 9].

Для оценки точности полученной модели использовали показатели стандартной ошибки AUC, которая выражается в виде оценки площади под кривой и изменяется от 0 до 1.

В полученной нами модели среднее значение AUC составило 0.981 ± 0.005 , это означает, что вероятность присутствия данного вида в указанных местах составляет 98.0%, т.е. надежность полученной модели достаточно высокая (Рисунок 1).

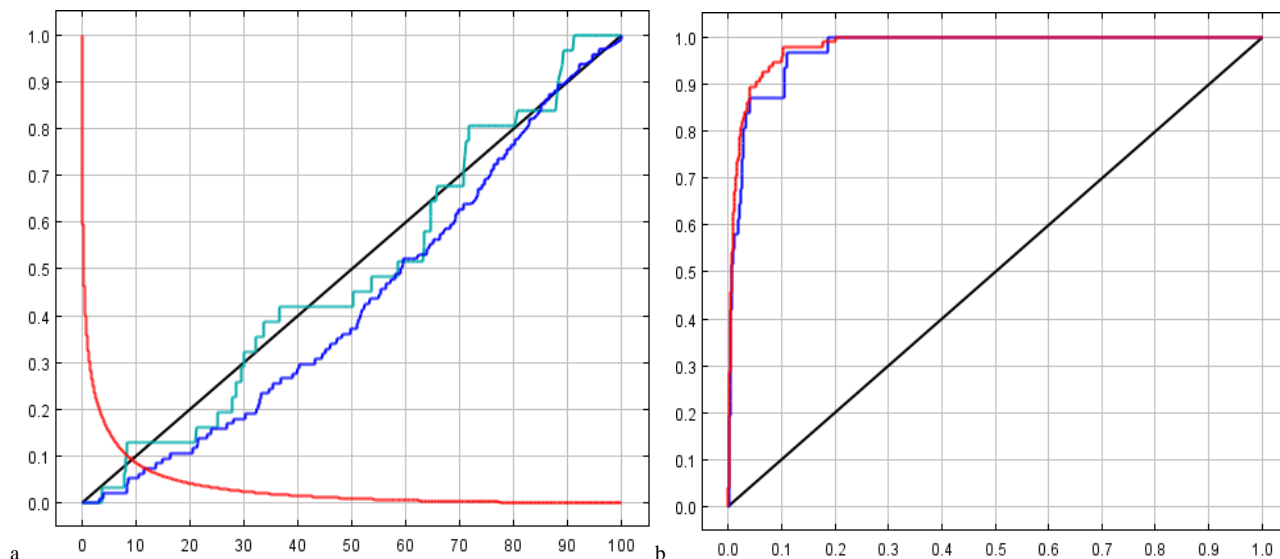


Рисунок 1. Анализ точности модели вероятностного распространения: а – omission and predicted area for *T. alecto* (1 – тестовые данные, 2 – тренировочные данные, 3 – фракция исходных данных, которые были предсказаны, 4 – предсказанная эмиссия); б – тренд операционной кривой AUC (1 – тестовые данные, 2 – тренировочные данные, 3 – случайное предсказание).

В результирующем файле Maxent получена таблица, содержащая показатели вклада биоклиматических параметров в распространение данного вида, а также оценку переменных после пермутации или перестановки (Таблица 1). При этом вклад каждой переменной определяется посредством случайного изменения ее значений и измерения уменьшения AUC. Согласно таблице, к наиболее значимым факторам, влияющим на распространение *T. alecto*, относятся: средняя температура наиболее сухого квартала, изотермность, среднемесячная суточная амплитуда температуры.

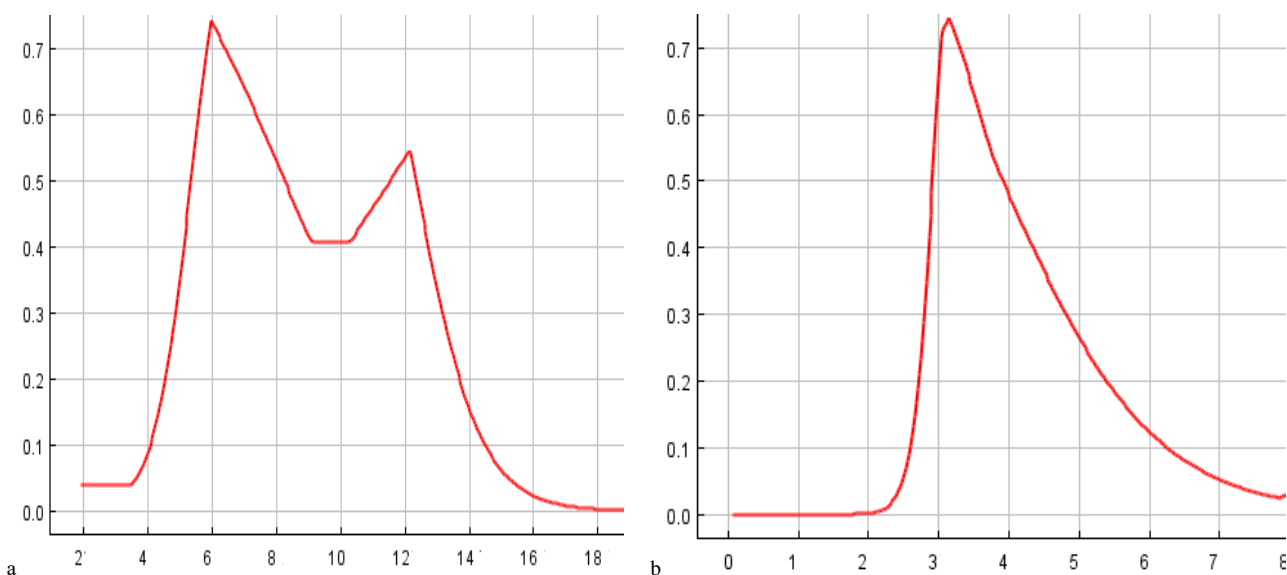
Таблица 1. Оценка биоклиматических параметров, влияющих на распространение *T. alecto*

Биоклиматические параметры (https://www.worldclim.org/data/bioclim.html)	Percent contribution*	Permutation importance**
Средняя температура наиболее сухого квартала	30.9	57.3
Изотермальность(BIO1/BIO7) x 100	14.4	13
Среднемесячная суточная амплитуда температуры	12.4	10.8
Осадки самого теплого квартала	10.7	0.1
Среднегодовые осадки	8.7	0.5
Осадки самого влажного месяца	6.3	0.9
Осадки самого холодного квартала	6.1	0.1

Максимальная температура наиболее теплого месяца	3.2	0
Среднегодовая температура	1.8	1.4
Средняя температура наиболее теплого квартала	1	4.7
Осадки самого сухого месяца	1	1.6
Осадки самого сухого квартала	0.8	0.8
Сезонность температуры (коэффициент вариации)	0.6	2.9
Минимальная температура наиболее холодного месяца	0.5	1.4
Среднегодовая амплитуда колебания температуры (ВЮ5-ВЮ6)	0.5	1.4
Сезонность выпадения осадков (коэффициент вариации)	0.5	2.2
Среднегодовая температура наиболее влажного квартала	0.5	0.8
Осадки самого влажного квартала	0.2	0.2
Средняя температура самого холодного квартала	0	0

Note: * – percent contribution (процентный вклад) – вклад каждого биоклиматического параметра в формирование областей распространения *T. alecto*; ** – permutation importance (важность перестановок) – вклад фактора при пермутации с учетом скоррелированности с другими переменными.

Требования вида к температурным параметрам среды обитания и изотермальности достаточно мягкие (Рис. 2). Согласно результатам моделирования, максимальная вероятность обитания данного вида наблюдается при среднемесячной суточной амплитуде температуры с оптимумом – +6...+12 °С (Рис. 2 а). А изотермальность находится достаточно в узких пределах +3...+ 4°С (Рис. 2 б); средняя температура наиболее сухого квартала (Рис. 2с) находится в пределах – +1...+3,8 °С, что соответствует субтропической зоне, где расположен ареал *T.alecto*. Менее значимыми при пермутации оказались осадки в самом сухом месяце. При этом для комфортного обитания *T. alecto* средняя температура наиболее теплого квартала (Рис. 2d) должна находиться в диапазоне 23–28 °С.



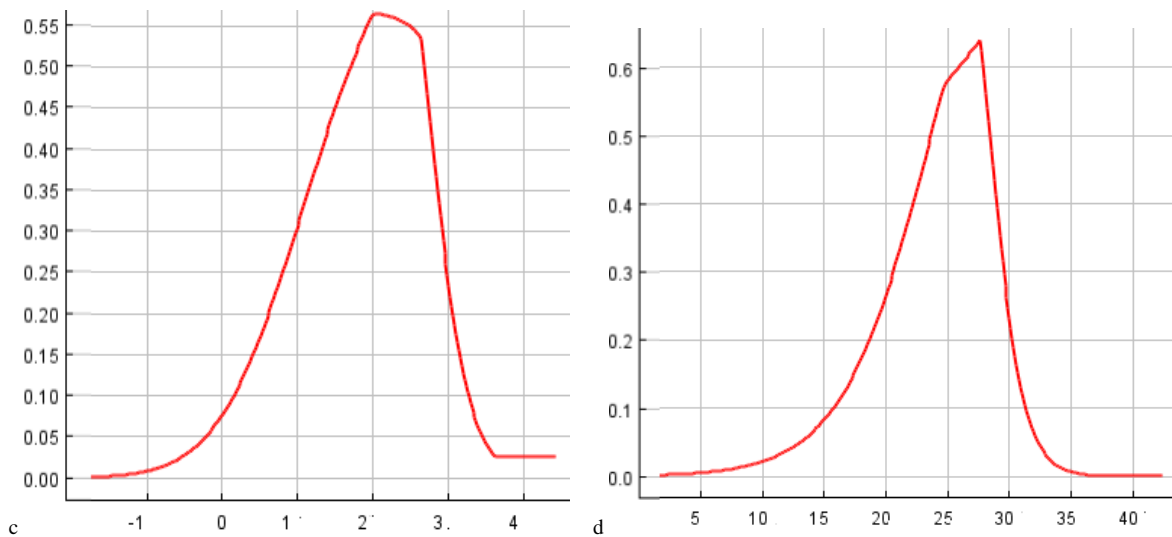


Рисунок 2. Модель предпочтения *T. alecto* биоклиматических параметров среды обитания: а – Bio 2 (по оси абсцисс – среднемесячная суточная амплитуда температуры (°C); по оси ординат – индекс комфортности обитания вида); б – Bio 3 (по оси абсцисс – изотермальность(°C); по оси ординат – индекс комфортности обитания вида); в – Bio9 (по оси абсцисс – средняя температура наиболее сухого квартала (°C); по оси ординат – индекс комфортности обитания вида); д – Bio10 (по оси абсцисс – средняя температура наиболее теплого квартала (°C); по оси ординат – индекс комфортности обитания вида).

Модель современного ареала *T. alecto* (Рис. 3) показывает, что к наиболее благоприятным территориям относятся юго-запад Испании, юг Франции, западное и юго-восточное побережье Италии, Сицилия, Сардиния, Корс, северное побережье Марокко, Алжира, Туниса, северо-западное и северо-восточное побережье Ливии, западное побережье Хорватии, Албании, Греция, Крит, острова Эгейского моря, запад и юг Турции, Кипр, Ливан, юго-восточная часть Израиля, север Сирии, Ирана, Ирака, юг Армении и Азербайджана, все южное побережье Каспийского моря, юго-восточная граница Узбекистана, Таджикистан, южная и западная часть Киргизии, юго-восточный Казахстан, западное побережье Индии, Северо-восточная и Центральная Индия, юго-западная граница Китая, юго-западная Бирма, юго-восточное побережье Китая, Тайвань, острова Восточно-Китайского моря.



Рисунок 3. Модель потенциального современного ареала *T. alecto*: красным выделены наиболее благоприятные зоны обитания (0.8–1.00), оранжевым – близкие к оптимальным (0.5 - 0.8), желтым – менее пригодные (0.3 - 0.5), светло-зеленым – малоприспособленные (< 0.3).

Модели биоклиматического ареала *T. alecto* по сценарию 2.6 не отличаются от современного (Рис. 4, 5).



Рисунок 4. Прогнозная карта распространения *T. alecto* к 2050 на основе климатического сценария RCP. 2.6.: красным выделены наиболее благоприятные зоны обитания (0.8–1.00), оранжевым – близкие к оптимальным (0.5 - 0.8), желтым – менее пригодные (0.3 - 0.5), светло-зеленым – малоприспособленные (< 0.3).



Рисунок 5. Прогнозная карта распространения *T. alecto* к 2070 на основе климатического сценария RCP. 2.6.: красным выделены наиболее благоприятные зоны обитания (0.8–1.00), оранжевым – близкие к оптимальным (0.5 - 0.8), желтым – менее пригодные (0.3 - 0.5), светло-зеленым – малоприспособленные (< 0.3).

Анализ полученных моделей биоклиматических ареалов *T. alecto* на 2050 и 2070 гг. по сценарию 8.5 показал, что к 2050 г. в западной и восточной части ареала происходит расширение прибрежных зон на север, увеличение площади наиболее благоприятных территорий (Рис. 6, 7). Одновременно наблюдается сокращение площади благоприятных территорий в центральной части ареала, которая относится к внутриконтинентальным областям. В модели ареала 2050 года хорошо выражено сокращение в районе юго-западного побережья Каспийского моря, юга Алматинской области Казахстана, юга Туркменистана, восточной части Узбекистана. К 2070 году отмечается снижение уровня благоприятности от 1-0.8 к 0.5-0.3 на юге Испании и юго-востоке Китая, что подтверждается рассчитанной нами площадью (Таб. 2).

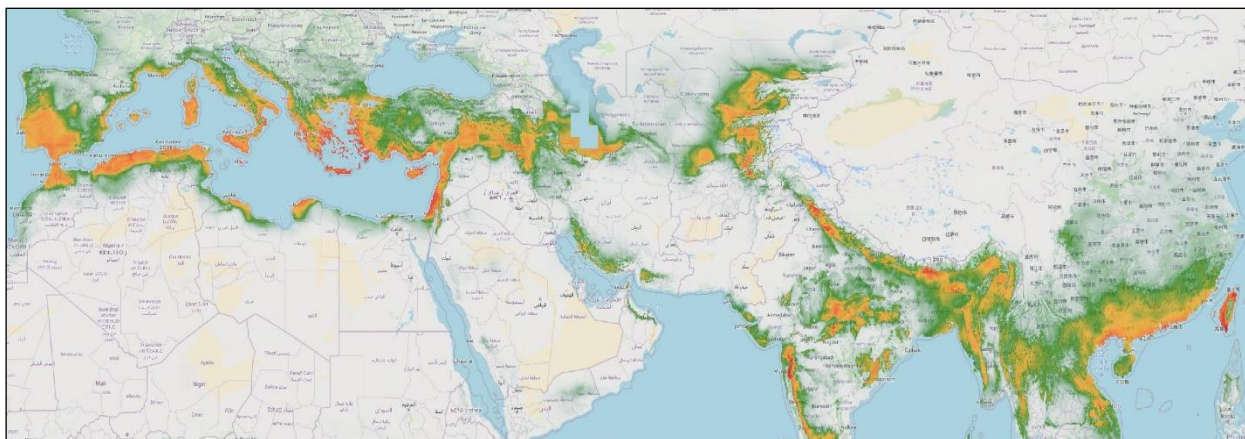


Рисунок 6. Прогнозная карта распространения *T. alecto* к 2050 на основе климатического сценария RCP. 8.5.: красным выделены наиболее благоприятные зоны обитания (0.8–1.00), оранжевым – близкие к оптимальным (0.5 - 0.8), желтым – менее пригодные (0.3 - 0.5), светло-зеленым – малоприспособленные (< 0.3).



Рисунок 7. Прогнозная карта распространения *T. alecto* к 2070 на основе климатического сценария RCP. 8.5.: красным выделены наиболее благоприятные зоны обитания (0.8–1.00), оранжевым – близкие к оптимальным (0.5 - 0.8), желтым – менее пригодные (0.3 - 0.5), светло-зеленым – малоприспособленные (< 0.3).

Таблица 2. Расчет площади распространения

Период	Современный ареал	Климатические сценарии			
		2.6		8.5	
		2050	2070	2050	2070
0.8 - 1.0	1915704839	1512934884	15426857443	2351259802	2562122804
0.5 - 0.8	58367995852	4763604593	5123196069	6842434995	4984366815
0.3 - 0.5	2249234593	21299158744	20547888023	23407121452	2189799240
< 0.3	5362837388	5365429789	53654848122	536153676.7	53642944232

0.8 - 1.0 – наиболее благоприятный; 0.5 - 0.8 – благоприятный; 0.3 - 0.5 – менее благоприятный; < 0.3 – наименее благоприятный

Визуализация полученной модели в QGIS наглядно показывает современное распространение вида и сдвиг ареала при изменениях условий обитания. Согласно полученной

карте к наиболее благоприятной территории относится вся прибрежная территория Средиземноморья, особенно ее южная часть. Коэффициент комфортности здесь максимальный и приближается к 1.

При моделировании вероятного ареала с учетом климатических трендов к 2050 и 2070 гг. набор ключевых параметров оказался практически идентичным. Установлено, что общая площадь ареала *T. alecto* к 2070 году повышается по сравнению с ареалом современного и 2050 годов. То же самое наблюдается и в «жестком» сценарии RCP8.5. Происходит сдвиг ареала на север в направлении восточной территории Европейской равнины, а также наблюдается расширение территории на юг Западно-Сибирской равнины, Алтай.

К 2070 году становятся менее подходящими для обитания горные территории, расположенные в Европе, в том числе Альпы, Карпаты, Уральские горы, Кавказ.

Следует учитывать, что изменяющиеся климатические параметры могут влиять на распространение изучаемого вида как напрямую, так и косвенно.

Таким образом, полученные карты распространения вида отражают отклик границ ареала на изменения климатических условий. Согласно прогнозам, к 2050 году значительного сокращения ареала не происходит, а к 2070 году наблюдается расширение ареала и увеличение его площади со сдвигом на север. Это хорошо согласуется с имеющимися прогнозными данными, согласно которым в 21-м веке разность между самой низкой и самой высокой суточными температурами в году (годовой амплитуды экстремальной температуры) уменьшается почти на всей рассматриваемой территории. Ожидается, что в будущем потепление в Средиземноморском регионе превысит глобальные темпы на 25%, в частности, темпы потепления летом будут на 40% выше среднего глобального показателя. Даже при глобальном потеплении на 1,5 °С повышение региональных дневных максимумов на 2,2 °С вероятно. Во внутренних районах ожидается почти повсеместное сокращение числа морозных дней в году на 20-30 суток, а на юго-востоке Азии и северо-западе Европы – свыше 30 суток. Согласно полученной модели, вид приурочен к трем широтным зонам: области высокой поясности, жестколистные вечнозеленые леса и кустарники, переменнно-влажные леса.

Повышение глобальной температуры атмосферы на 2° С, вероятно, будет сопровождаться сокращением летних осадков примерно на 10–15% на юге Франции, северо-западе Испании и на Балканах, и до 30% в Турции и Португалии. Сценарии повышения температуры на 2–4 °С в 2080-х годах для Южной Европы предполагают повсеместное уменьшение количества осадков до 30% (особенно в весенние и летние месяцы) и переход к отсутствию сезона заморозков на Балканах. Вероятно, с этим связано появление в моделях 2050 и 2070 гг. по двум сценариям таких факторов как среднегодовые осадки, осадки самого влажного квартала.

Согласно прогнозам, в условиях изменяющегося климата увеличивается количество аномальных проявлений погодных условий, что может негативно сказываться на жизнедеятельности бабочек. Такие явления как аномальная жара зимой, холод летом, затянувшиеся проливные дожди и засухи крайне негативно влияют как численность бабочек, так и на их ареал. Установлено, что гибель бабочек вызывают неожиданные оттепели и аномально теплая погода зимой. На этапе окукливания негативно влияют осадки.

Возможно, с этим связано сокращение ареала *T. alecto* в восточной континентальной части ареала. Кроме того, в 2050 году появляется новый фактор, имеющий значение для распространения данного вида, это минимальная температура наиболее холодного месяца.

Таким образом, проведенное нами исследование с применением метода максимальной энтропии в среде Maxent позволило установить современные границы ареала *T. alecto*, а также границы прогнозных ареалов в связи с изменениями климата. Полученные модели соответствуют литературным данным, согласно которым прогнозируется увеличение аномальных погодных явлений, что в свою очередь может негативно отразиться на численности и распространении изученного нами вида. В ходе полевых исследований

получены новые данные по распространению *T. alecto* в степной и на границе лесостепной зон Чеченской Республики. Возможно, что именно изменяющиеся климатические условия стали причиной сдвига границ распространения данного вида на север. Визуализация полученных моделей подтверждает эту гипотезу. Согласно полученным картам к 2070 году наблюдается смещение границ ареала севернее, в то время как южные территории становятся менее благоприятными для *T. alecto*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Говоркова В. А., Катцов В. М. Изменения климата стран «ближнего зарубежья» России в 21-м веке // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2008. № 558. С. 64-84.
2. Ефетов К. А., Будашкин Ю. И. Бабочки Крыма. Симферополь. 1990. 112 с.
3. Ильина Е. В. Новые интересные находки чешуекрылых (Lepidoptera) в Дагестане // Биологическое разнообразие Кавказа: материалы VII Международной конференции. Теберда. 2005. С. 306-307.
4. Михалап С. Г. Некоторые аспекты моделирования местообитаний организмов методом максимальной энтропии // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. 2018. № 12. С. 3-14.
5. Полтавский А. Н. Бражники (Lepidoptera, Sphingidae) Ростовской области и юга России. Ростов-на-Дону. 2004. 56 с.
6. Санданов Д. В., Найданов Б. Б. Пространственное моделирование ареалов Восточноазиатских видов растений: современное состояние и динамика под влиянием климатических изменений // Растительный мир Азиатской России: Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. 2015. № 3(19). С. 30-35.
7. Тихонов В. Т. Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2007. № 1 (1). С. 53-60.
8. Эд А., Виар М. Бабочки мира. Изд. 2-е, стереотипное. Интербук-бизнес. 2001. 193 с.
9. Avtaeva T. A., Sukhodolskaya R. A., Skripchinsky A. V., & Brygadyrenko V. V. Range of *Pterostichus oblongopunctatus* (Coleoptera, Carabidae) in conditions of global climate change. *Biosystems Diversity*. 2019. 27(1). pp. 76–84. doi:10.15421/011912.
10. Aibasov Kh. A. & Zhdanko A. B. (1982). The fauna of Lepidoptera of North Kazakhstan. The manuscript deposited by VINITI. No. 360-82. Alma-Ata [in Russian].
11. Korb S. K. Automatic autonomous light traps and their usage for the quantitative accounting on example of hawkmoths of Kyrgyzstan (Lepidoptera: Sphingidae). *Nature Conservation Research*. 2018. 3. pp. 80–85.
12. Titov S. V., Volynkin A. V., Rakhimov R. D., Belyalo O. V. First record of *Theretra alecto* (Linnaeus, 1758) from Kazakhstan, with notes on the bionomics of the species (Lepidoptera, Macroglossinae, Sphingidae, Macroglossini). *Ecologica Montenegrina* 38: 79-83 (2020) This journal is available online at: www.biotaxa.org/em <http://dx.doi.org/10.37828/em.2020.38.10>.

REFERENCES

1. Govorkova V. A., Katcov V. M. *Izmeneniya klimata stran «blizhnego zarubezh'ya» Rossii v 21-m veke* // Trudy Glavnoj geofizicheskoy observatorii im. A.I. Voejkova. 2008. № 558. S. 64-84.
2. Efetov K. A., Budashkin YU. I. *Babochki Kryma*. Simferopol'. 1990. 112 s.
3. Il'ina E. V. *Novye interesnye nahodki cheshuekrylyh (Lepidoptera) v Dagestane* // Biologicheskoe raznoobrazie Kavkaza: materialy VII Mezhdunarodnoj konferencii. Teberda. 2005. S. 306-307.
4. Mihalap S. G. *Nekotorye aspekty modelirovaniya mestoobitanij organizmov metodom maksimal'noj entropii* // Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i fiziko-matematicheskie nauki. 2018. № 12. S. 3-14.
5. Poltavskij A. N. *Brazhniki (Lepidoptera, Sphingidae) Rostovskoj oblasti i yuga Rossii*. Rostov-na-Donu. 2004. 56 s.
6. Sandanov D. V., Najdanov B. B. *Prostranstvennoe modelirovanie arealov Vostochnoaziatskih vidov rastenij: sovremennoe sostoyanie i dinamika pod vliyaniem klimaticheskikh izmenenij*

- // Rastitel'nyj mir Aziatskoj Rossii: Vestnik Central'nogo sibirskogo botanicheskogo sada SO RAN. 2015. № 3(19). S. 30-35.
7. Tihonov V. T. Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki. 2007. № 1 (1). S. 53-60.
 8. Ed A., Viar M. Babochki mira. Izd. 2-e, stereotipnoe. Interbuk-biznes. 2001. 193 s.
 9. Avtaeva T. A., Sukhodolskaya R. A., Skripchinsky A. V., & Brygadyrenko V. V. Range of *Pterostichus oblongopunctatus* (Coleoptera, Carabidae) in conditions of global climate change. *Biosystems Diversity*. 2019. 27(1). pp. 76–84. doi:10.15421/011912.
 10. Aibasov Kh. A. & Zhdanko A. B. (1982). The fauna of Lepidoptera of North Kazakhstan. The manuscript deposited by VINITI. No. 360-82. Alma-Ata [in Russian].
 11. Korb S. K. Automatic autonomous light traps and their usage for the quantitative accounting on example of hawkmoths of Kyrgyzstan (Lepidoptera: Sphingidae). *Nature Conservation Research*. 2018. 3. pp. 80–85.
 12. Titov S. V., Volynkin A. V., Rakhimov R. D., Belyalo O. V. First record of *Theretra alecto* (Linnaeus, 1758) from Kazakhstan, with notes on the bionomics of the species (Lepidoptera, Macroglossocera, Sphingidae, Macroglossinae, Macroglossini). *Ecologica Montenegrina* 38: 79-83 (2020) This journal is available online at: www.biotaxa.org/em <http://dx.doi.org/10.37828/em.2020.38.10>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Автаева Тамара Андыевна – кандидат биологических наук, доцент Чеченского государственного педагогического университета.

e-mail: avtaeva1971@mail.ru

Сапарбаева Лариса Маасовна – младший научный сотрудник лаборатории эколого-генетического мониторинга живых систем Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН.

Кушалиева Шапаат Адамовна – кандидат биологических наук, доцент Чеченского государственного педагогического университета.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Avtaeva Tamara Andievna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Chechen State Pedagogical University.

e-mail: avtaeva1971@mail.ru

Saparbayeva Larisa Maasovna – Junior Researcher Laboratory of Ecological and Genetic Monitoring of Living Systems, Complex Research Institute. H.I. Ibragimov RAS.

Kushaliev Shapaat Adamovna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Chechen State Pedagogical University.

e-mail: hemiptera2013@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Автаева Т. А., Сапарбаева Л. М., Кушалиева Ш. А. Моделирование биоклиматического ареала *Theretra alecto* (*theretra*, *sphingidae*) в условиях глобальных изменений климата // Известия Чеченского государственного педагогического университета. Серия 2. Естественные и технические науки. 2021. №2 (25). С. 25–34. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-25

FOR CITATION

Avtaeva T. A., Saparbayeva L. M., Kushaliev Sh. A. Modeling of the *Theretra alecto* (*theretra*, *sphingidae*) bioclimatic range under conditions of global climate change // News of the Chechen State Pedagogical University. Series 2. Natural and technical sciences. 2021. No. 2 (25). С. 25-34. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-25

УДК 573.01:595.762.12

DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-35

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАЗМЕРОВ И
ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ В
ПОПУЛЯЦИЯХ ЖУЖЕЛИЦЫ
PTEROSTICHUS MELANARIUS ILL.
(COLEOPTERA, CARABIDAE) В
АГРОЦЕНОЗАХ ЕВРОПЫ**

*Теофилова Т. М.¹, Соболев А. Е.²,
Андреева А. В.², Суходольская Р. А.³*

¹Институт биоразнообразия и экосистем-
ных исследований Академии наук Болгарии,

²Лицей N 145 г. Казани,

³Институт проблем экологии и
недропользования Академии наук
Республики Татарстан

**BODY SIZE VARIATION AND SEXUAL
SIZE DIMORPHISM OF *PTEROSTICHUS
MELANARIUS* ILL. POPULATIONS
(COLEOPTERA, CARABIDAE) IN
ARABLE LANDS IN EUROPE**

*Teofilova T. M.¹, Sobolev A. Ye.²,
Andreeva A. V.², Sukhodolskaya R. A.³*

¹Institute of Biodiversity and Ecosystem
Research Bulgarian Academy of Sciences,

²Lyceum N 145 of Kazan city,

³Institute of Problems in Ecology Tatarstan
Academy of Sciences

Аннотация. Актуальность исследований обусловлена важностью жуков жужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*) в сельхозугодьях, поскольку они являются естественными регуляторами численности насекомых-вредителей. В связи с этим статья направлена на изучение изменчивости размеров одного из представителей этого семейства, в целом, и полового диморфизма, в частности, так как эти параметры отражают устойчивость популяций и приспособленность их к факторам среды. Жуков широко распространенного вида карабид – *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) – отлавливали на двух полях в Швейцарии и пяти – в Германии. Представленное сообщение является продолжением исследований, проведенных по проекту STACCATO в некоторых европейских странах. Также работа входит в проект «Морфометрическая изменчивость жужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*)», который ведется на Research Gates. Жуков дифференцировали по полу и измеряли по шести мерным признакам – длина и ширина надкрылий, переднеспинки и головы. Хотя разница в размерах жуков, отловленных на разных полях, была незначительна, статистически значимые различия наблюдались: жуки, обитающие в Швейцарии, в целом по всем признакам больше по размерам по сравнению с жуками из Германии. Самки во всех выборках крупнее самцов. Половой диморфизм (ПД) выражен примерно одинаково по всем признакам, но статистически значимо меньшие величины его (в целом по всем выборкам) наблюдались по длине пронотума. Это говорит в пользу того, что именно на этот признак направлено действие естественного (или искусственного) отбора в этом регионе. Отдельно по выборкам значения ПД существенно не различались, но статистически значимые величины его отмечены в популяции на одном из полей Швейцарии и именно на том, где регистрируются наибольшие размеры жуков. Полученные результаты свидетельствуют в пользу того, что необходимы дальнейшие исследования по выявлению взаимосвязи между популяционными показателями жужелиц в сельхозугодьях – численностью, морфометрической структурой и динамикой ПД.

Ключевые слова: изменчивость размеров, жужелицы, половой диморфизм, сельхозугодья.

Abstract. Ground beetles (*Coleoptera*, *Carabidae*) are very important component in arable lands due to their predation on pests. In this relation in our study we estimated body size variation in one of the carabids species and variation in sexual size dimorphism. Both parameters reflect population stability and fitness in heterogeneous environment. We sampled the wide spread ground beetle – *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798)- at two fields in Switzerland and five – in Germany. This article continued implementation of the Project BiodivERsA-FACCE2014-47 “Sustaining AgriCultural ChAnge Through ecological engineering and Optimal use of natural resources (STACCATO)”. It is presented at Research Gates too. After sex identification we measured beetles

for six linear traits: the length and the width of elytra, pronotum and head. Though body size was about equal in all samples, significant difference was recorded: in general beetles from Switzerland were larger than those from Germany. Sexual Size Dimorphism (SSD) was female-biased in all the samples. It was expressed somewhere about equally by all the traits, but it was significantly lower in relation to the pronotum length. This indicated natural (or artificial) selection pressure by that trait. SSD values did not differ significantly in studied samples, but they were lower at one of the studied populations in Switzerland. And it was exactly the population with the largest beetles. We plan future studies to reveal relationship between carabid population features – number, morphometric structure, and SSD.

Keywords: body size variation, ground beetles, sexual size dimorphism, arable lands.

Половой диморфизм (ПД) – разница в морфологических, поведенческих и физиологических признаках между полами – отражает адаптивную дивергенцию между последними, которая обусловлена изменчивостью оптимального значения признака для каждого из полов, и представляет, таким образом, эпифеномен [15]. Поскольку фактически затраты и преимущества при спаривании у разных полов всегда различны, ПД характерен практически для всех признаков у раздельнополых организмов. Особенно это касается размеров тела, поскольку этот признак напрямую связан с физиологией и приспособленностью. ПД по размерам возникает и поддерживается всякий раз, когда сила отбора на размер тела различается между полами согласно модели дифференциального равновесия ПД [14]. В настоящем исследовании представлены материалы по изменчивости ПД у жуков жужелиц, которые считаются признанными индикаторами среды обитания [1; 3; 27; 30; 33; 34]. Несмотря на большое количество публикаций на эту тему проблема использования популяционных показателей жужелиц в целях биоиндикации остается нерешенной. У жужелиц регистрируется характерный для артропода ПД, с большими размерами самок [23]. Было также показано, что значение ПД у них не статично, а меняется в зависимости от внешних условий [6]. В настоящей работе мы стремились оценить изменчивость размеров и половой диморфизм в популяциях жужелицы *Pterostichus melanarius* Ill. в сельхозугодьях Западной Европы. Работа является частью проекта по морфометрической изменчивости жуков жужелиц в экологических градиентах (www.researchgate.net). Ранее в наших предварительных исследованиях в этом регионе было показано, что жуки, обитающие в Швейцарии, по размерам больше, чем в Германии [27]. В то же время жуки, обитающие в Германии, имели меньшие размеры по сравнению с теми, кто обитает на достаточно большом расстоянии – сибирских регионах России [27].

Таким образом, целью настоящей работы было обобщение результатов по морфометрическим промерам жуков *P. melanarius*, обитающих на рапсовых полях в Германии и Швейцарии. При этом мы выдвигаем следующие гипотезы: (i) Размеры жуков, обитающих в непосредственной близости, не должны существенно различаться; (ii) Половой диморфизм (ПД) в исследованных выборках должен соответствовать закономерностям, характерным для жужелиц, то есть самки должны быть больше самцов; (iii) величины (ПД) не должны существенно отличаться как по разным признакам в целом, так и по комплексу признаков – в разных биотопах, поскольку внешние условия существования жуков в нашем эксперименте примерно равны.

Объект исследований. *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) – широко распространенный вид в Европе. Южная граница его ареала – северная Испания, восточная – река Амур [11]. Интродуцирован в Северную Америку [20]. Обитает в открытых биотопах

(луга, сельхозугодья), а также в различных типах леса и садах [13]. Имеет поливариантный жизненный цикл с мультисезонным размножением [19]. Генералист, зоофаг [8].

Считается хорошим модельным видом для морфометрических исследований [10]. Его массовое присутствие в широком спектре биотопов (включая острова и затопляемые участки пойм рек) и на урбанизированных территориях позволяет формировать большие базы данных по его морфометрической изменчивости. Последние используются для исследований по географической изменчивости размеров жуков жужелиц, а также определения механизмов, обеспечивающих адаптацию жуков к антропогенному прессу [21]. Моделирование ареала *P. melanarius* показало, что основными факторами, влияющими на его распространение, являются среднегодовая температура и средние температуры наиболее теплого и наиболее холодного квартиля года [9]. По четырем рассмотренным сценариям результаты несколько различаются, но в целом прогнозируется значительное сокращение численности в южной Европе и средиземноморском регионе.

Районы исследований. Материал, на котором основано это исследование, был получен в рамках договора о научном сотрудничестве между Академией наук Болгарии и Институтом проблем экологии и недропользования АН Республики Татарстан. Жуки были отловлены в 2017 году в различных районах Саксонии (Германия) и в кантон Юра (Швейцария) на рапсовых полях (*Brassica napus* L.) Работа выполнялась в рамках проекта BiodivERsA-FACCE2014-47 “SusTaining AgriCultural ChAnge Through ecological engineering and Optimal use of natural resources (STACCATO)”. Ловушки Барбера объемом 500 мл с фиксирующим раствором 6% уксусной кислоты устанавливались на плоте в количестве 5 штук в линию. Отбор проб производился трижды в сезон – в период цветения рапса, его созревания и после уборки урожая. Далее в тексте и на рисунках все плоты обозначены следующим образом:

Швейцария 03 – рапсовое поле у местечка E Wittnau 47°28'58"N; 7°59'30"E;

Швейцария 08 - рапсовое поле у местечка NW Biberstein 47°25'09"N; 8°03'28"E

Германия 04 – рапсовое поле около местечка Staritz, 51°26'21"N; 13°09'58"E;

Германия 05 - рапсовое поле около местечка Meißen 51°11'34"N; 13°27'08"E;

Германия 06 - рапсовое поле около местечка Großschirma 50°57'24"N; 13°17'14"E;

Германия 08 - рапсовое поле около местечка Bräunsdorf 50°57'11"N; 13°12'38"E;

Германия 10 - рапсовое поле около местечка Niederglauch 51°34'07"N; 12°34'06"E

Привезенных в спирте жуков раскладывали на ватники и фотографировали камерой Nikon D5100 с разрешением 16 мегапикселей. Далее проводили обмеры. Жуков обмеряли индивидуально по шести мерным признакам с использованием программы «Manual measuring, Sukhodolskaya. ru» (<https://github.com/CRTmatrix/-Manual-Carabidmorphometric-measurement-for-method-by-Sukhodolskaya->). Измерялись длина и ширина надкрылий, пронотума и головы. Всего было промерено 1339 экземпляров.

Статистическая обработка проведена в программе MS Excel. Половой диморфизм оценивали по общепринятой формуле: среднее самок/среднее самцов-1 [18].

Мы не отметили значительных различий в размерах жуков, обитающих на разных полях. Тем не менее некоторые статистически значимые отличия по длине надкрылий укладываются в ряд (согласно месту отлова): самки – Швейцария08 > Швейцария03 = Германия04 = Германия05 = Германия06 = Германия10 > Германия08; самцы – Швейцария03 = Швейцария08 > Германия05 = Германия10 > Германия04 = Германия06 > Германия08 (рис. 1).

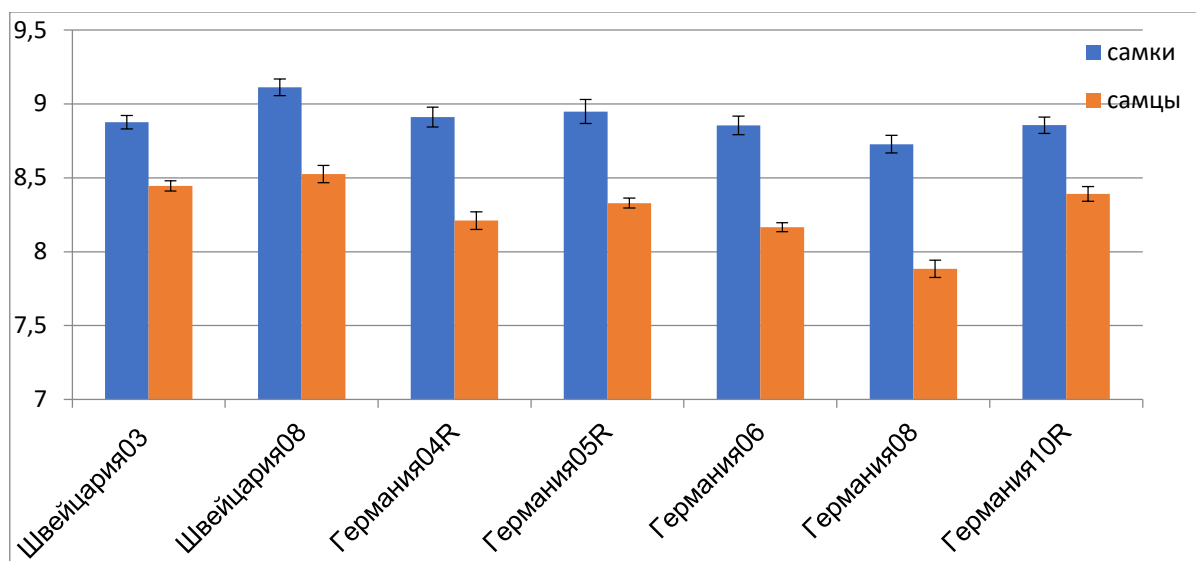


Рисунок 1. Изменчивость длины надкрылий в популяциях *P. melanarius* в исследованных биотопах

По другим признакам результаты разнятся. Так, ширина надкрылий у жуков обоих полов одинакова и имеет максимальные значения сразу в пяти биотопах – Швейцария03 и всех немецких, кроме Германия08, где этот признак имеет минимальное значение. По параметрам пронотума на первом месте стоят жуки обоих полов из Швейцарии08, а минимальные значения имеют жуки из практически всех биотопов Германии.

Длина головы укладывается в ряд: Швейцария03 = Германия04 = Германия05 = Германия06 = Германия10 > Швейцария08 = Германия08 как у самок, так и у самцов, а расстояние между глазами (фактически ширина головы) максимально у жуков из Швейцарии08 и минимально – из Германии08.

В целом, наиболее крупные жуки отмечены в биотопе Швейцария08, наиболее мелкие – в биотопе Германия04.

Для всех исследованных выборок характерно, что самки крупнее самцов, то есть демонстрируется половой диморфизм по размерам (ПД). Такой половой диморфизм (female-biased) обычен для жужелиц [23]. Стоит заметить другой факт – изменчивость размеров самок отличается от таковых самцов. Другими словами, значения ПД меняются от биотопа к биотопу и различаются по разным признакам. Общая картина изменчивости ПД у исследованного вида жужелиц представлена на рис. 2: на фоне примерно одинаковых значений ПД по разным признакам, особенно выделяются близкие к нулю величины в популяциях из Швейцарии03, Германии04 и Германии06. Напомним, что именно в этих популяциях наблюдаются или наибольшие размеры жуков, или наименьшие. В принципе, малые величины ПД свидетельствуют о неблагоприятной ситуации в популяции, как внешней, так и внутренней [2]. Обобщенные по всем признакам для каждой популяции значения ПД показали, что они статистически значимо не отличаются в исследованных популяциях, и только ПД в популяции Швейцария03 значимо меньше по сравнению с другими (рис. 3). Мы обобщили также данные по всем исследованным популяциям для того, чтобы выснить по какому признаку ПД наименьший (рис. 4): наименьший ПД в популяциях *P. melanarius*, обитающих в сельхозугодьях Европы, зарегистрирован по признаку «Длина пронотума».

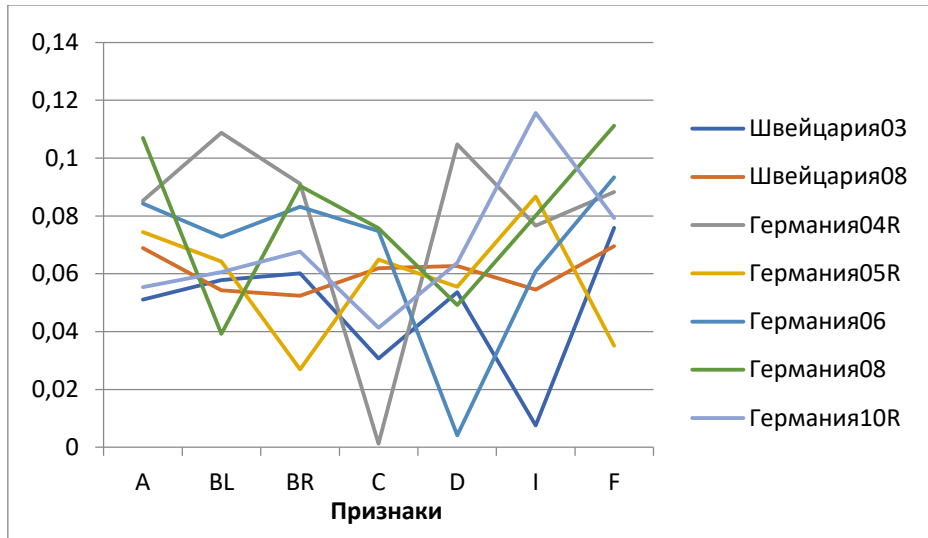


Рисунок 2. Изменчивость значений ПД в популяциях *P. melanarius* в исследованных биотопах

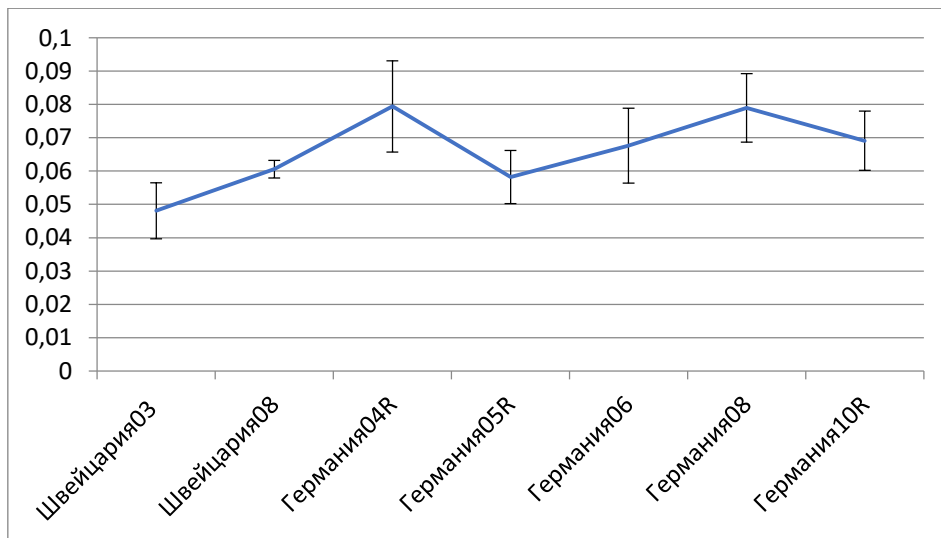


Рисунок 3. Обобщенные (для всех исследованных шести признаков) значения ПД в популяциях *P. melanarius*

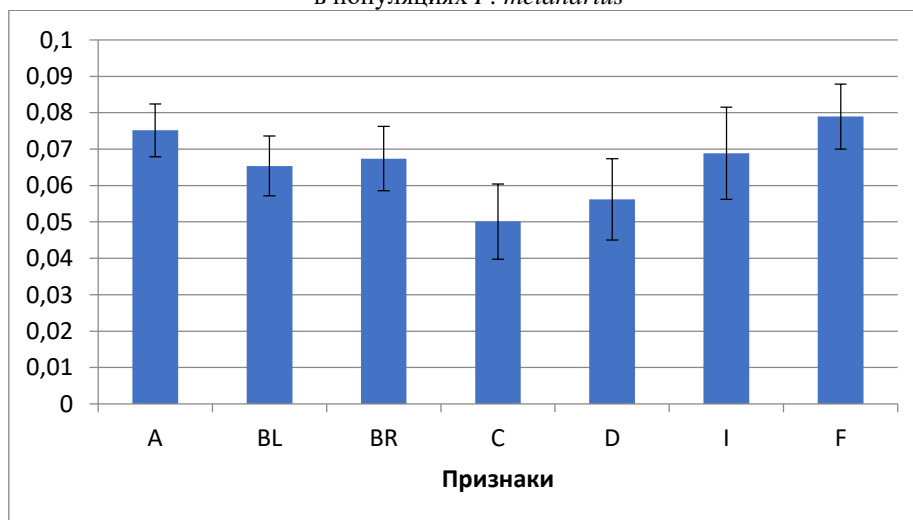


Рисунок 4. Обобщенные для всех исследованных популяций *P. melanarius* значения ПД по отдельным признакам

Полученные результаты открывают возможности для обсуждения темы по взаимосвязи параметров популяций (численность, морфометрическая и репродуктивная), которые непосредственным образом влияют на стабильность их существования. Мы целенаправленно анализировали жуков, которые обитают в относительно одинаковых условиях внешней среды и примерно в одном географическом регионе. Для достаточно большого количества видов жужелиц было показано, что изменчивость их размеров зависит от широты обитания [23]. У *P. melanarius* отмечена пилообразная (saw-tooth) кривая изменчивости размеров в широтном градиенте, что авторы объясняют мультивариантным типом размножения этого вида. В нашем случае исследованные популяции обитали достаточно близко, и во всех случаях биотоп был одинаковым.

Разница в размерах, отмеченная для популяции Швейцария03, должна иметь другие причины, спектр которых достаточно широк. Так, отмечалось, что размеры жуков этого вида, обитающих в садах, меньше, чем на опушках леса [5], а размеры жуков, обитающих в рекреационной зоне крупного города, меньше таковых в промышленной [22]. Определенную роль может играть и кормовое обеспечение. Кормовые объекты карабид – Formicidae, личинки Silphidae, мелкие Staphylinidae, Coccinellidae, Dermestidae, личинки Lepidoptera, Hemiptera, Thomisidae, Opiliones, Lumbricidae [16]. Они обычно агрегированы в агроландшафте, и изменения в их численности и размерных параметрах могут косвенно влиять на трофическую структуру и динамику сообществ путем изменения взаимодействий хищник – жертва [12].

Не менее изменчив и половой диморфизм. Хотя считается, что его величины достаточно константны для вида, показано, что он может меняться как в зависимости от внешних условий среды, так и от действия внутривидовых механизмов. Так, в исследованиях на жужелице *Carabus granulatus* L. обнаружено, что значения ПД у него наибольшие на краю ареала [6]. Наибольшие значения ПД регистрируются в популяциях *Carabus odoratus* Shil., обитающих в верхнегорье Баргузинского хребта. Причем величины ПД у этого вида и в этом регионе коррелятивно связаны с численностью его популяций [22].

Таким образом, в перспективе обработка материала, обсуждаемого в настоящем исследовании, должна включать не только учет пространственной динамики численности, но и применение многомерных методов статистики для оценки морфометрической и репродуктивной структуры популяций (дискриминантный анализ, ANOVA, RMA II и т.п.).

Проведенное исследование и обсуждение позволяет подтвердить гипотезы, выдвинутые в начале статьи, а именно:

- размеры жуков *P. melanarius*, обитающих на рапсовых полях Швейцарии и Германии, существенно не отличаются;
- во всех исследованных выборках и по всем признакам самки крупнее самцов;
- величины полового диморфизма существенно не отличаются по выборкам, наименее всего ПД выражен по признаку «Длина пронотума».

Настоящее исследование выполнено благодаря финансированию и параллельному воплощению Проекта BiodivERsA-FACCE2014-47 (H15-BITEH-020) “SusTaining Agricultural Change Through ecological engineering and Optimal use of natural resources (STACCATO)”.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арнольди, К.В. Население жужелиц (Carabidae) еловых лесов у южного предела тайги (Марийская АССР) и изменение его на вырубках. В: Экология почвенных беспозвоночных / Арнольди, К.В., В.А. Матвеев. – Москва: Наука. 1973. – С. 131–143.
2. Геодакян, В. А. Эволюционная теория пола // Природа. – 1991. № 8. http://vivovoco.rsl.ru/VV/PAPERS/NATURE/VV_SC30W.HTM
3. Гиляров, М.С. Зоологический метод диагностики почв / М.С. Гиляров – Москва: Наука. 1965. – 278 с.
4. Крыжановский О. Л. Жуки подотряда Adepaha; семейства Rhisodidae, Trachypachidae; семейство Carabidae (вводная часть и обзор фауны СССР). В: Фауна

- СССР, Жестокрылые, Том 1, вып. 2 / О. Л. Крыжановский – Ленинград: Наука. 1983. – 341 с.
5. Суходольская, Р. А. Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем / Г. Р. Шарафеева, Р. А. Суходольская // материалы XIV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Кн. 2. – Киров, 2016. – С. 250-253.
 6. Суходольская, Р. А. Географическая изменчивость полового диморфизма у жужелицы *Carabus granulatus* L. (Coleoptera, Carabidae) / Р. А. Суходольская, А. А. Савельев // Российский журнал прикладной экологии. – 2017. – № 4. – С. 3-10.
 7. Теофилова, Т. М. Изменчивость размеров и морфометрической структуры популяций жужелицы *Pterostichus melanarius* Ill. (Coleoptera, Carabidae) в разных частях ареала / Т. М. Теофилова, Н. Л. Ухова, Н. И. Еремеева, Р. А. Суходольская // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (Балашов, 22-23 апреля 2021 года) / под ред. М. А. Заниной. – Саратов: Саратовский источник, 2021. – С. 158-161.
 8. Шарова, И. Х. Жизненные формы жужелиц / И. Х. Шарова – Москва: Наука, 1981. – 360 с.
 9. Avtaeva, T. A. Modeling the Bioclimatic Range of *Pterostichus melanarius* (Coleoptera, Carabidae) in Conditions of Global Climate Change / T. A. Avtaeva, R. A. Sukhodolskaya, V. V. Brygadyrenko // Biosys. divers. – 2021. – Vol. 29. – P. 140–150. <https://doi.org/10.15421/012119>.
 10. Brygadyrenko, V. V. Morphological polymorphism in an urban population of *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) (Coleoptera, Carabidae) / V. V. Brygadyrenko, O. V. Korolev // GRAELLSIA. – 2015. – Vol. 71. – e025. <https://doi.org/10.3989/graellsia.2015.v71.126>
 11. Bousquet, Y. Tribe Pterostichini. In *Catalogue of Palearctic Coleoptera. Archostemata – Myxophaga – Adephega*; Löbl, J., Smetana, A., Eds.; Apollo Books, Stenstrup, 2003, Volume 1, pp. 462–521.
 12. Boukal, D. S., A. Bideault, B. M. Carreira & A. Sentis, 2019. Species interactions under climate change: connecting kinetic effects of temperature on individuals to community dynamics. In *Current Opinion in Insect Science*
 13. Fournier, E. Activity and satiation state in *Pterostichus melanarius*: an experiment in different agricultural habitats: *P. melanarius* foraging activity in agricultural habitats. / E. Fournier, M. Loreau // *Ecological Entomology*. – 2001. – 26. – P. 235-244. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2001.00314.x>
 14. Fairbairn, D. J. Sexual selection and the evolution of allometry for sexual size dimorphism in the water strider, *Aquarius remigis* / D. J. Fairbairn, R. F. Preziosi // *American Naturalist*. – 1994. – Vol. 144. – P. 101-118.
 15. Hedrick, A.V. The evolution of sexual dimorphism in animals – hypotheses and tests / A.V. Hedrick, E. J. Temeles // *Trends in Ecology & Evolution*. – 1989. – Vol. 4. – P. 136-138.
 16. Korolev, O. V. Comparative analysis of *Pterostichus melanarius* (Coleoptera, Carabidae) trophic preferences in different condition of laboratory keeping / O. V. Korolev, V. V. Brygadyrenko. // *Optimization and Protection of Ecosystems*. – 2012a. – Vol. 6. – P. 178-190. (in Ukrainian).
 17. Korolev, O. V. Trophic relations of *Pterostichus melanarius* (Coleoptera, Carabidae) with dominant species of invertebrates in forest ecosystems of steppe Dnieper region / O. V. Korolev, V. V. Brygadyrenko // *Visnyk of Dnipropetrovsk University, Biology, Ecology*. – 2012b. – Vol. 20. – P. 48-54.
 18. Lovich, J. E. A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism / J. E. Lovich, J. W. Gibbons // *Growth, Development and Aging*. – 1992. – Vol. 56. – P. 269-281.
 19. Matalin, A. V. Geographic variability of the life cycle in *Pterostichus melanarius* (Coleoptera, Carabidae) / A. V. Matalin // *Entmol. Rev.* – 2006. – Vol. 86. – P. 409-422. <https://doi.org/10.1134/S0013873806040051>
 20. Niemelä, J. Community impacts of an exotic carabid: *Pterostichus melanarius* in Western Canadian forests / J. Niemelä, J. R. Spence // In: *Carabid Beetles*, Desender, K., Dufrene, M., Loreau, M., Luff, M. L., Maelfait, J.P., Eds. – Springer Nature, 1994. – P. 331-335.
 21. Sukhodolskaya, R. Variation in body size and body shape in ground beetle *Pterostichus melanarius* Ill. (Coleoptera, Carabidae) / R. Sukhodolskaya // *Journal of Agri-Food and*

- Applied Sciences. – 2014. – Vol. 2. – P. 196-205.
22. Sukhodolskaya, R. A. Variability of assemblage structure and body sizes in the ground beetles (Coleoptera, Carabidae) along an anthropogenic impact gradient / R. A. Sukhodolskaya, D. N. Vavilov, T. A. Gordienko, T. R. Mukhametnabiev // *Biology Bulletin*. – 2021. – Vol. 48, No. 10. – P. 1777-1784.
 23. Sukhodolskaya, R. A., Saveliev A. A., Muhammetnabiev T. R. Sexual Dimorphism of Insects and Conditions of Its Manifestation / R. A. Sukhodolskaya, A. A. Saveliev, T. R. Muhammetnabiev // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2016. – V. 7(2). – P. 1992-2001.
 24. Sukhodolskaya, R. A. Sexual size dimorphism in Ground Beetles and its modeling in latitude gradient / R. A. Sukhodolskaya, A. A. Saveliev, T. A. Gordienko, D. N. Vavilov // *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*. – 2018. – Vol. 3 (1). – P. 11-18.
 25. Sukhodolskaya, R. Body size variation in ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in latitude gradient / R. Sukhodolskaya, A. Saveliev // *Periodicum Biologorum*. – 2016. – Vol. 118, No. 3. – P. 273 – 278.
 26. Sukhodolskaya, R. Sexual size dimorphism in ground beetles and its variation in altitude gradient / R. Sukhodolskaya, T. Ananina, T. Avtaeva, A. Saveliev // *Advances in Medicine and Biology*. – 2021. – Vol. 191. https://novapublishers.com/?s=Advances+in+Medicine+and+Biology.+Volume+191&post_type=product
 27. Teofilova, T. M. Some aspects of body size variation in ground beetle *Pterostichus melanarius* Ill. in arable lands / T. M. Teofilova, R. A. Sukhodolskaya // *Актуальные проблемы экологии: сб. науч. ст. – Гродно: ГрГУ, 2021. – С. 25-27.*
 28. Production ecology / [M. Tokeshi]; Eds.: P. D. Armitage, P. S. Cranston, L. C. V. Pinder, The Chironomidae. Dordrecht: Springer. 1995.
 29. Bräunicke, M. Die laufkäfer der Bodenseeufer: Indikatoren für Naturschutzfachliche Bedeutung und Entwicklungsziele. Bristol-series 9 / M. Bräunicke, J. Trautner. – Bern: Haupt Verlag, 2002. – 116 p.
 30. Larsen, K.J. Habitat use patterns by Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) of Northeastern Iowa / K.J. Larsen, T.T. Work, F.F. Purrington // *Pedobiologia*. – 2003. – Vol. 47 (3). – P. 288-299.
 31. Rainio, J. Carabid Beetles (Coleoptera, Carabidae) as Indicators of Environmental Change in Ranomafana National park, Madagascar: academic dissertation / Rainio Johanna – Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Biosciences, University of Helsinki, 2009. – 33 p.
 32. Teofilova, T. Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Grasslands. Model for assessment of Species Diversity and Ecosystem Condition in Bulgaria / T. Teofilova // *North-Western Journal of Zoology* (2017). – 2018. – Vol. 14 (1). – P. 1-12.
 33. Teofilova, T. The ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and their role as bio-agents / T. Teofilova // *Forest Science* (2020). – 2021. – Special Issue. – P. 125-142.
 34. Thiele, H. U. Carabid Beetles and Their Environments: a Study on Habitat Selection by adaptations in physiology and Behaviour / H. U. Thiele – Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1977. – 369 p.

REFERENCES

1. Arnol'di, K.V. Naselenie zhuzhelic (Carabidae) elovyh lesov u yuzhnogo predela tajgi (Marijskaya ASSR) i izmenenie ego na vyrubkah. V: *Ekologiya pochvennyh bespozvonochnyh* / Arnol'di, K.V., V.A. Matveev. – Moskva: Nauka. 1973. – S. 131–143.
2. Geodakyan, V. A. Evolyucionnaya teoriya pola // *Priroda*. – 1991. № 8. http://vivovoco.rsl.ru/VV/PAPERS/NATURE/VV_SC30W.HTM
3. Gilyarov, M.S. Zoologicheskij metod diagnostiki pochv / M.S. Gilyarov – Moskva: Nauka. 1965. – 278 s.
4. Kryzhanovskij O. L. ZHuki podotryada Adephaga; semejtva Rhisodidae, Trachypachidae; semejtvo Carabidae (vvodnaya chast i obzor fauny SSSR). V: *Fauna SSSR, ZHestokrylye*, Tom 1, vyp. 2 / O. L. Kryzhanovskij – Leningrad: Nauka. 1983. – 341 s.
5. Suhodol'skaya, R. A. Bidiagnostika sostoyaniya prirodnyh i prirodno-tekhnogennyh sistem / G. R. SHarafeeva, R. A. Suhodol'skaya // *materialy XIV Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem*. Kn. 2. – Kirov, 2016. – S. 250-253.

6. Suhodol'skaya, R. A. Geograficheskaya izmenchivost' polovogo dimorfizma u zhuzhelicy *Carabus granulatus* L. (Coleoptera, Carabidae) / R. A. Suhodol'skaya, A. A. Savel'ev // Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii. – 2017. – № 4. – S. 3-10.
7. Teofilova, T. M. Izmenchivost' razmerov i morfometricheskoj struktury populyacij zhuzhelicy *Pterostichus melanarius* Ill. (Coleoptera, Carabidae) v raznyh chastyah areala / T. M. Teofilova, N. L. Uhova, N. I. Ereemeva, R. A. Suhodol'skaya // Bioraznoobrazie i antropogennaya transformaciya prirodnyh ekosistem: materialy IX Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Balashov, 22-23 aprelya 2021 goda) / pod red. M. A. Zaninoj. – Saratov: Saratovskij istochnik, 2021. – S. 158-161.
8. Sharova, I. H. ZHiznennye formy zhuzhelicy / I. H. Sharova – Moskva: Nauka, 1981. – 360 s.
9. Avtaeva, T. A. Modeling the Bioclimatic Range of *Pterostichus melanarius* (Coleoptera, Carabidae) in Conditions of Global Climate Change / T. A. Avtaeva, R. A. Sukhodolskaya, V. V. Brygadyrenko // Biosys. divers. – 2021. – Vol. 29. – P. 140–150. <https://doi.org/10.15421/012119>.
10. Brygadyrenko, V. V. Morphological polymorphism in an urban population of *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) (Coleoptera, Carabidae) / V. V. Brygadyrenko, O. V. Korolev // GRAELLSIA. – 2015. – Vol. 71. – e025. <https://doi.org/10.3989/graellsia.2015.v71.126>
11. Bousquet, Y. Tribe Pterostichini. In Catalogue of Palearctic Coleoptera. Archostemata – Myxophaga – Adepaga; Löbl, J., Smetana, A., Eds.; Apollo Books, Stenstrup, 2003, Volume 1, pp. 462–521.
12. Boukal, D. S., A. Bideault, B. M. Carreira & A. Sentis, 2019. Species interactions under climate change: connecting kinetic effects of temperature on individuals to community dynamics. In Current Opinion in Insect Science
13. Fournier, E. Activity and satiation state in *Pterostichus melanarius*: an experiment in different agricultural habitats: *P. melanarius* foraging activity in agricultural habitats. / E. Fournier, M. Loreau // Ecological Entomology. – 2001. – 26. – P. 235-244. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2001.00314.x>
14. Fairbairn, D. J. Sexual selection and the evolution of allometry for sexual size dimorphism in the water strider, *Aquarius remigis* / D. J. Fairbairn, R. F. Preziosi // American Naturalist. – 1994. – Vol. 144. – P. 101-118.
15. Hedrick, A.V. The evolution of sexual dimorphism in animals – hypotheses and tests / A.V. Hedrick, E. J. Temeles // Trends in Ecology & Evolution. – 1989. – Vol. 4. – P. 136-138.
16. Korolev, O. V. Comparative analysis of *Pterostichus melanarius* (Coleoptera, Carabidae) trophic preferences in different condition of laboratory keeping / O. V. Korolev, V. V. Brygadyrenko. // Optimization and Protection of Ecosystems. – 2012a. – Vol. 6. – P. 178-190. (in Ukrainian).
17. Korolev, O. V. Trophic relations of *Pterostichus melanarius* (Coleoptera, Carabidae) with dominant species of invertebrates in forest ecosystems of steppe Dnieper region / O. V. Korolev, V. V. Brygadyrenko // Visnyk of Dnipropetrovsk University, Biology, Ecology. – 2012b. – Vol. 20. – P. 48-54.
18. Lovich, J. E. A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism / J. E. Lovich, J. W. Gibbons // Growth, Development and Aging. – 1992. – Vol. 56. – P. 269-281.
19. Matalin, A. V. Geographic variability of the life cycle in *Pterostichus melanarius* (Coleoptera, Carabidae) / A. V. Matalin // Entmol. Rev. – 2006. – Vol. 86. – P. 409-422. <https://doi.org/10.1134/S0013873806040051>
20. Niemelä, J. Community impacts of an exotic carabid: *Pterostichus melanarius* in Western Canadian forests / J. Niemelä, J. R. Spence // In: Carabid Beetles, Desender, K., Dufrene, M., Loreau, M., Luff, M. L., Maelfait, J.P., Eds. – Springer Nature, 1994. – P. 331-335.
21. Sukhodolskaya, R. Variation in body size and body shape in ground beetle *Pterostichus melanarius* Ill. (Coleoptera, Carabidae) / R. Sukhodolskaya // Journal of Agri-Food and Applied Sciences. – 2014. – Vol. 2. – P. 196-205.
22. Sukhodolskaya, R. A. Variability of assemblage structure and body sizes in the ground beetles (Coleoptera, Carabidae) along an anthropogenic impact gradient / R. A. Sukhodolskaya, D. N. Vavilov, T. A. Gordienko, T. R. Mukhametnabiev // Biology Bulletin. – 2021. – Vol. 48, No. 10. – P. 1777-1784.
23. Sukhodolskaya, R. A., Saveliev A. A., Muhammetnabiev T. R. Sexual Dimorphism of Insects and Conditions of Its Manifestation / R. A. Sukhodolskaya, A. A. Saveliev, T. R.

- Muhammetnabiev // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – V. 7(2). – P. 1992-2001.
24. Sukhodolskaya, R. A. Sexual size dimorphism in Ground Beetles and its modeling in latitude gradient / R. A. Sukhodolskaya, A. A. Saveliev, T. A. Gordienko, D. N. Vavilov // GSC Biological and Pharmaceutical Sciences. – 2018. – Vol. 3 (1). – P. 11-18.
 25. Sukhodolskaya, R. Body size variation in ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in latitude gradient / R. Sukhodolskaya, A. Saveliev // Periodicum Biologorum. – 2016. – Vol. 118, No. 3. – P. 273 – 278.
 26. Sukhodolskaya, R. Sexual size dimorphism in ground beetles and its variation in altitude gradient / R. Sukhodolskaya, T. Ananina, T. Avtaeva, A. Saveliev // Advances in Medicine and Biology. – 2021. – Vol. 191. https://novapublishers.com/?s=Advances+in+Medicine+and+Biology,+Volume+191&post_type=product
 27. Тефилова, Т. М. Some aspects of body size variation in ground beetle *Pterostichus melanarius* Ill. in arable lands / Т. М. Тефилова, R. A. Sukhodolskaya // Актуальные проблемы экологии: сб. науч. ст. – Гродно: ГрГУ, 2021. – С. 25-27.
 28. Production ecology / [M. Tokeshi]; Eds.: P. D. Armitage, P. S. Cranston, L. C. V. Pinder, The Chironomidae. Dordrecht: Springer. 1995.
 29. Bräunicke, M. Die laufkäfer der Bodenseeufer: Indikatoren für Naturschutzfachliche Bedeutung und Entwicklungsziele. Bristol-series 9 / M. Bräunicke, J. Trautner. – Bern: Haupt Verlag. 2002. – 116 p.
 30. Larsen, K.J. Habitat use patterns by Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) of Northeastern Iowa / K.J. Larsen, T.T. Work, F.F. Purrington // Pedobiologia. – 2003. – Vol. 47 (3). – P. 288-299.
 31. Rainio, J. Carabid Beetles (Coleoptera, Carabidae) as Indicators of Environmental Change in Ranomafana National park, Madagascar: academic dissertation / Rainio Johanna – Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Biosciences, University of Helsinki, 2009. – 33 p.
 32. Тефилова, Т. Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Grasslands. Model for assessment of Species Diversity and Ecosystem Condition in Bulgaria / Т. Тефилова // North-Western Journal of Zoology (2017). – 2018. – Vol. 14 (1). – P. 1-12.
 33. Тефилова, Т. The ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and their role as bio-agents / Т. Тефилова // Forest Science (2020). – 2021. – Special Issue. – P. 125-142.
 34. Thiele, H. U. Carabid Beetles and Their Environments: a Study on Habitat Selection by adaptations in physiology and Behaviour / H. U. Thiele – Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1977. – 369 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Тефилова Теодора Мариус – кандидат биологических наук, главный ассистент Института биоразнообразия и экосистемных исследований Болгарской Академии Наук.

Соболев Антон Егорович – ученик 8-ого класса лицея N 145 г. Казани.

Андреева Анна Владимировна – учитель биологии лицея N 145 г. Казани.

Суходольская Раиса Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории биомониторинга Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Teofilova Teodora Marius – Candidate of Biological Sciences, Chief Assistant of the Institute of Biodiversity and Ecosystem Research of the Bulgarian Academy of Sciences.

Sobolev Anton Yegorovich – 8th grade student, Kazan lyceum N 145.

Andreeva Anna Vladimirovna – the teacher in biology in Kazan lyceum N 145.

Sukhodolskaya Raisa Anatolievna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Biomonitoring Laboratory of the Institute of Ecology and Subsoil Use Problems of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Теофилова Т. М., Соболев А. Е., Андреева А. В., Суходольская Р. А. Изменчивость размеров и половой диморфизм в популяциях жужелицы *Pterostichus melanarius* ill. (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах Европы // Известия Чеченского государственного педагогического университета. Серия 2. Естественные и технические науки. 2021. №2 (25). С. 35-45. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-35

FOR CITATION

Teofilova T. M., Sobolev A. Ye., Andreeva A. V., Sukhodolskaya R. A. Body size variation and sexual size dimorphism of *Pterostichus melanarius* ill. Populations (Coleoptera, Carabidae) in arable lands in Europe// News of the Chechen State Pedagogical University. Series 2. Natural and technical sciences. 2021. No. 2 (25). С. 35-45. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-35

ЭКОЛОГИЯ

УДК 502.1

DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-46

УГРОЗА ИСЧЕЗНОВЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Байбатырова Э. Р.

Чеченский государственный педагогический университет

THE THREAT OF THE EXTINCTION OF BIODIVERSITY

Baybatyrova E. R.

Chechen State Pedagogical University

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные с проблемами сохранения биоразнообразия, проведен литературный обзор материалов по его структуре и классификации. На основе данных о состоянии окружающей среды определен ряд основных угроз для состояния биологического разнообразия и отмечена необходимость минимизации негативного воздействия различных факторов, снижающих способность экосистем и их компонентов к самовосстановлению. Особую роль играют климатические изменения, создающие целый ряд глобальных проблем, в том числе смещение границ распространения биологических видов. Изменение видового состава сообществ, доминирование новых чужеродных видов над коренными может привести к серьезным нарушениям функционирования экосистем. В связи с чем существует насущная необходимость создания максимально эффективной системы охраны окружающей среды, что может быть достигнуто лишь путем объединения и координации усилий всех стран.

Ключевые слова: биоразнообразие, популяция, экосистема, экология, вид.

Abstract. The article deals with issues related to the problems of biodiversity conservation, a literature review of materials on its structure and classification is carried out. Based on data on the state of the environment, a number of major threats to the state of biological diversity were identified and the need to minimize the negative impact of various factors that reduce the ability of ecosystems and their components to self-repair was noted. Climate change plays a special role, creating a number of global problems, including shifting the boundaries of the distribution of biological species. Changes in the species composition of communities, the dominance of new alien species over indigenous ones can lead to serious disruption of the functioning of ecosystems. In this connection, there is an urgent need to create the most effective system of environmental protection, which can only be achieved by uniting and coordinating the efforts of all countries.

Keywords: biodiversity, population, ecosystem, ecology, species.

Биоразнообразие планеты уже давно находится под угрозой обеднения и исчезновения. Вопреки расхожему мнению, эта проблема актуальна не только в далеких тропиках, но и в нашей стране. Утраты его могут привести к необратимым последствиям не только лишь для экосистем, но и для самих нас. Но что же такое «биоразнообразие»? Это разнообразие живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и другие водные экосистемы, экологические комплексы, частью которых они являются, а также обилие в рамках вида, между видами и обилие экосистем.

Одной из составляющих биоразнообразия является видовое разнообразие, которое тесно связано с генетическим. Различные виды могут иметь разное количество генов в геноме, а также аллелофонды и генофонды. Кроме этого, особи разных видов различаются по фенотипам, которые являются показателями адаптации организма к среде обитания. Например, цвет меха у млекопитающих является хорошим маскировочным приспособлением и детерминируется естественным отбором.

Как составляющая биоразнообразия особого внимания заслуживает поведение

организмов, а именно миграционное, образование сообществ и др. [1].

Что касается разнообразия видов, то, в первую очередь, целесообразно анализировать их популяции по возрастной, половой, пространственной, этологической структурам, а также по происходящим в них динамическим процессам: рождение и смертность особей, изменение ареалов, пространственное распределение особей.

Особого внимания заслуживают изолированные популяции, которые могут проявлять высокий уровень генетической дивергенции. Исчезновение изолированной популяции – это существенные потери для биоразнообразия [2].

Разнообразие видов оценивают по количеству видов на определенной территории с использованием показателя обильности. Но чтобы корректно говорить о богатстве видов, целесообразно рассмотреть, что кроется за термином «вид». Есть несколько «концепций вида». Наиболее распространены морфологическая, биологическая и филогенетическая концепции [3].

Согласно морфологической концепции вида, вид – это наименьшие группы особей, последовательно и постоянно сохраняющие собственную обособленность и которые можно отличить от других групп особей обычным способом.

Биологическая концепция вида описана в трудах Э. Майра [4], где указано, что вид – это группа природных популяций, скрещивающихся между собой, репродуктивно изолированная от других подобных групп. Что касается филогенетической концепции вида, то согласно ей вид – это самая маленькая группа отдельных организмов, которую можно диагностировать и внутри которой существует родительская модель «предок – отпрыск».

Популяция является единицей охраны и эксплуатации, а не видом вообще. Однако в практике оценки биоразнообразия пользуются понятием «вид» как стандартным критерием, что дает возможность сравнивать богатство видов разных территорий. Обычно основное внимание исследователей и общественности сосредоточено на заметных видах (птицы, хищные млекопитающие, рыбы), но значительная часть видов, населяющих нашу планету, представлена собственно малозаметными группами (моллюски, насекомые, ракообразные и т.п.).

Самый высокий уровень разнообразия – это многообразие экосистем. Есть много факторов, которые детерминируют разнообразие экосистем: температура, воздух, осадки, солнечный свет, наличие органических и неорганических питательных веществ.

Разнообразие экосистем можно оценивать по их эдификаторам и условиям среды – лесные, луговые, болотные, водно-болотные, водные, наскальные, пустынные и т.п., а также на основе данных о потоке веществ и энергии через пищевые цепи. Последний критерий иногда трудно получить, поэтому оценку разнообразия экосистем проводят на основе данных об их видовом богатстве и его распределении по экологическим группам – продуценты, консументы, редуценты, хищники, паразиты и т.п.

Нарушение стабильности пространственных и временных составляющих окружающей среды может влиять на богатство видов и, как следствие, на разнообразие экосистем.

Ландшафтное разнообразие является отдельной категорией разнообразия. Ландшафт – это «мозаика разнородных форм рельефа, типов растительности и землепользования». Разнообразие внутри и между ландшафтами зависит от локальных и региональных изменений экологических условий, а также от видов, существующих в этих средах, и от типов человеческой деятельности [5].

Для природоохранных организаций особенно интересны территории с высоким процентом эндемичных видов, то есть видов, распространение которых естественно сдерживается ограниченным ареалом. Некоторые специалисты по охране биоразнообразия выделяют регионы, где быстрыми темпами происходит потеря эндемичных видов. Эти регионы называют «горячими точками» биоразнообразия. «Горячие точки» определяют на основе данных о богатстве эндемичных, реликтовых и редких таксонов. Исследователи

выделяют также «холодные точки биоразнообразия» – территории с относительно низким уровнем биологического разнообразия, которые также включают в себя экосистемы, находящиеся под угрозой исчезновения.

Человеческая деятельность нарушила соотношение между вымиранием и появлением новых видов. Если «естественное» вымирание характеризовалось значительной продолжительностью (миллионы лет), то обусловленное человеком – годами, в крайнем случае – десятками лет. При таких условиях популяции не успевают ни мигрировать в новые места, ни адаптироваться к новым условиям среды.

Среди создаваемых человеком угроз биоразнообразию следует назвать следующие:

1. Потери поселков (мест роста, жизнедеятельности и восстановления организмов). Примерами такой потери могут быть осушение болотных угодий, вырубка лесов, распашка степей и т.д.

2. Фрагментация экосистем и ландшафтов на участки разного размера (строительство дорог, железных дорог, линий электропередач, газопроводов, водопроводов, каналов, дамб, водохранилищ и т.п.).

3. Деградация экосистем и ландшафтов вследствие их загрязнения химическими соединениями, продуктами производства как органического, так и неорганического происхождения.

4. Неэффективная эксплуатация биотических ресурсов (охотничьей фауны, рыб, ботанических объектов и т.п.).

5. Проникновение экосистемы, ландшафты чужеродных видов, распространение болезней, паразитов, вредителей, негативно влияющих на аборигенную биоту.

6. Низкий уровень квалификации соответствующих работников природоохранных организаций, недостаточная просветительская работа среди общественности по вопросам сохранения и рационального использования.

7. Разработка полезных ископаемых (карьеры, шахты), строительство различных сооружений (в частности, жилых), дорог, неконтролируемая рекреационная нагрузка, военные действия и т.д.

Под термином «естественные» мы подразумеваем факторы, обусловленные процессами, характерными для абиотической составляющей биосферы, свойства которой определяются современным состоянием окружающей среды.

Природные угрозы биоразнообразию, глобальное потепление климата, тенденция к повышению температуры воздуха, наблюдаемые теперь, по мнению некоторых ученых, прежде всего обусловлены тепличным эффектом, к которому привели выбросы в атмосферу CO₂ и других газов. Потепление климата может привести к различным последствиям: увеличение силы ветров, количества осадков, поднятие уровня Мирового океана, резкие перепады температур, высушивание территорий и т.п. Все эти факторы, безусловно, влияют на жизнедеятельность всего живого.

В результате потепления в горных регионах могут исчезнуть холоднолюбивые виды растений, может измениться кислотность водоемов, подняться верхний предел леса, может произойти высыхание болот, уменьшение объема озер, изменения химизма воды. Следовательно, все это приведет к изменениям биотических компонентов экосистем.

Глобальное потепление, как уже упоминалось, сопровождается увеличением количества осадков, поэтому в будущем возрастет доля наводнений, оползней, эрозий почв, которые приведут к изменению поселений определенных популяций животных и растений, в частности, и обеднению видового богатства и биоразнообразия вообще [6].

Большинство из рассматриваемых нами угроз биоразнообразию действуют и на заповедных территориях. Выявление этих угроз является важной задачей исследователей, имеющих целью разработку эффективных способов избегания их отрицательного действия.

Фактически особо охраняемые природные территории, следовательно, и охрана

природы как теоретическая и практическая наука должны принимать во внимание необходимость применения методов активной охраны, то есть вмешательства в естественные процессы, которые имеют место на заповедных территориях. Но эти вмешательства должны быть научно обоснованными и учитывать, что биотические системы – это стохастические системы. Биологическая наука, в частности экология, не расшифровала еще всю сеть взаимоотношений, существующих между живыми организмами одного вида, различных видов, систематических групп и их средам обитания. Пока активная охрана – это система проб и ошибок, но она совершенствуется в результате получения новых данных о функционировании живого на всех уровнях его организации: организменного, популяционного и видового.

Устойчивость экосистем планеты Земля и нашей с вами жизни зависит именно от количества видов. Чем их больше, тем выше стойкость. Это означает, что в случае утраты какого-то одного вида, велика вероятность того, что какой-то другой вид возьмет на себя его функции. Если же видов будет недостаточно, некому будет занять эту свободную экологическую нишу, и экосистема потеряет одно свое звено, в результате чего возникнет дисбаланс. Он будет расти все больше и больше с потерей следующих видов. В конце концов, экосистема может полностью разрушиться и вызвать гибель всего, что ее населяло, в том числе и людей.

Примером того, что одно изменение не является изолированным, а влечет другое, может также служить один эксперимент в 70-е годы XX века – попытка бороться с малярией на острове Калимантан в Индонезии. Для того чтобы избавиться от комаров – переносчиков малярии, была проведена обработка местности пестицидом ДДТ, после этого на острове начали происходить загадочные события. Сначала крыши домов местных жителей начали обрушиваться, затем наблюдалась массовая гибель кошек, и в конце концов на остров пришла чума. Почему так случилось? А потому, что кроме комаров ДДТ съели также и тараканы. Они не погибли, но стали медленнее и ящерицы стали поедать их в значительных количествах. Концентрируясь в организмах ящериц, ДДТ вызывало нервные расстройства и ослабление рефлексов, поэтому они чаще, чем обычно становились жертвами кошек. Массовое уничтожение ящериц позволило размножиться гусеницам, которые поедали крыши домов, сделанные из тростника, вызывая обвалы. Кроме того, началась массовая гибель отравившихся ДДТ кошек. Исчезли кошки и некому было регулировать численность крыс, заполонивших остров. Крысы живут в симбиозе с блохами, являющимися носителями чумной палочки. Вместо малярии жители острова получили другую, более страшную болезнь – чуму. Этот пример хрестоматийный и хорошо иллюстрирует, как все в окружающей среде связано между собой [7].

Поэтому сохранение биоразнообразия является очень важной задачей современного мира на пути к сохранению природы и человечества. Чтобы остановить глобальные потери биоразнообразия, в 1992 году 168 стран подписали Конвенцию ООН об охране биоразнообразия и призвали мировое сообщество сплотиться вокруг нависающей над человечеством фундаментальной угрозы потери среды обитания самого человека.

В 2010 году обеспокоенные недостаточным успехом в остановке потери биоразнообразия в соответствии с предыдущими целями Стороны Конвенции приняли Стратегический план в области сохранения и устойчивого использования биоразнообразия на 2011-2020 годы. Структура плана рассчитана на 10 лет, он предполагал, что все страны и субъекты деятельности будут принимать меры по сохранению биоразнообразия и обеспечиваемых ими выгод для людей [9].

Деятельность человека серьезно нарушила состояние окружающей среды, в том числе беспрецедентно сократила долю территорий, занятых природными экосистемами, являющимися средой обитания большинства биологических видов. Утрата биологического разнообразия является одной из глобальных экологических проблем. По данным

Международного союза охраны природы, от 10 до 50% хорошо изученных высших таксономических групп находятся под угрозой исчезновения, в том числе 23% видов млекопитающих, 12% птиц, 25% хвойных деревьев. Еще более острой эта проблема для Европы – 43% европейских птиц имеют неблагоприятный охранный статус, 12% бабочек – очень редки или значительно сократили свою численность, 45% рептилий и 52% пресноводных видов рыб находятся под угрозой исчезновения. Значительно количество видов, которые еще не находятся под угрозой, но тем не менее численность которых сокращается и которые могут довольно стремительно оказаться на грани вымирания. По оценкам специалистов, за последние несколько веков в результате человеческой деятельности темпы исчезновения видов выросли почти в 1000 раз по сравнению с обычными темпами, характерными для разных этапов истории Земли. Главными факторами влияния человека на биоразнообразие являются уничтожение и трансформация природных экосистем, чрезмерная эксплуатация природных ресурсов, загрязнение окружающей среды.

Такие изменения могут негативно влиять на экономику государств: например, из-за падения плодородия почв – на сельское хозяйство, из-за уменьшения рыбных запасов – на рыбное хозяйство, из-за изменения температур и количества осадков – на туристическую отрасль и т.д.

Все типологическое многообразие сводится к двум типам разнообразия – инвентаризационному, то есть разнообразию внутри биосистемы и дифференцирующему, то есть между биосистемами. Инвентаризационное разнообразие обычно оценивают с помощью унарных индексов (например, мер (индексов) разнообразия), а дифференцирующие – с помощью парных (часто бинарных) коэффициентов.

Величина биоразнообразия как внутри вида, так и в пределах всей биосферы признана в биологии одним из главных показателей жизнеспособности (выживаемости) вида и экосистемы в целом и получила название «принцип биологического разнообразия». Действительно, при однообразных характеристиках особей внутри одного вида (от человека до растений и микробов) любое существенное изменение внешних условий (погода, эпидемия, смена кормов и т.д.) скажется более критично на способности к выживанию данного вида, чем в том случае, когда вид имеет большую степень биологического разнообразия. То же (на другом уровне) относится и к богатству (биоразнообразию) видов в биосфере в целом [6].

История человечества накопила целый ряд примеров негативных последствий от агрессивного и упрощенного назначения любых биологических видов, семейств и даже экосистем.

В частности, осушение болот приводило не только к увеличению площади сельскохозяйственных угодий, но также и к гибели растительного и животного мира, характерного для данной территории; рост себестоимости выращиваемой сельскохозяйственной продукции; увеличение количества внесения удобрений, ядохимикатов; нарушение экологического баланса территории.

Научный и практический интерес представляет толкование понятия «биоразнообразие». Термин «биоразнообразие» впервые ввел Г. Бейте (1892) в своей работе «Натуралист на Амазонке», где он описывал свои впечатления от одночасовой экскурсии, в которой увидел больше 700 видов бабочек [7]. В становлении понятия «биологическое разнообразие» внесли большой вклад популяционные генетики в период 1908-1953 гг. Биоразнообразие – это совокупность всех форм жизни во всех его проявлениях, это разнообразие растений, животных, грибов и микроорганизмов, которые являются составными частями экосистем и экологических комплексов территории страны, формируют безопасную для жизни и здоровья человека окружающую природную среду, обеспечивают население продуктами питания, лекарствами, сырьем для промышленности, поддерживающим функционирование экосистем (очистка природных вод, сохранение почв и стабильность климата), и является государственным ресурсом статического значения [8].

В научной литературе в защиту сохранения биоразнообразия высказываются следующие основные положения:

1. С точки зрения потребителя, элементы биоразнообразия являются природными кладовыми, которые уже сегодня приносят видимую пользу для человека или могут быть полезными в будущем.

2. Биоразнообразие имеет как хозяйственное, так и научное значение (например, в поиске новых лекарственных препаратов или способов лечения).

3. Выбор в пользу сохранения биоразнообразия – это нравственный выбор. Ведь человечество в целом – это часть экологической системы планеты, и поэтому оно должно бережно относиться к биосфере (по сути, человечество зависит от нее).

4. Значимость биоразнообразия можно также характеризовать в эстетическом, сущностном и нравственном плане. Природа воспета в песнях, прославлена художниками, поэтами, музыкантами всего мира, для человека она извечна и бесценна.

С целью поиска путей усовершенствования организационно-экономического механизма сохранения биоразнообразия как необходимого условия обеспечения здоровья нации, основы роста национальной экономики, определимся с содержанием понятия «организационные устои». Разработка мероприятий по повышению эффективности сохранения биоразнообразия требует рассмотрения исторических особенностей возникновения и становления прошедших теорий сохранения биоразнообразия и регионального развития разных этапов совершенствования, что позволяет выяснить, насколько сформированная теоретическая база отвечает направлениям повышения эффективности сохранения биоразнообразия и экономическому содержанию понятия «организационные основы» на современном этапе развития.

Таким образом, одной из основных проблем сохранения биоразнообразия является то, что практические мероприятия, программы и часто даже законодательство не направлены на минимизацию реальных причин, которые приводят к потерям биоразнообразия (потеря сред обитания, фрагментация экосистем, распространение видов-интродуцентов, загрязнение окружающей среды, глобальные изменения климата, промышленное использование биологических ресурсов (охота и рыболовство, в т. ч. спортивное). Целесообразно строить планы реализации Конвенции, направляя их на решение каждой из указанных причин потерь биоразнообразия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольский Г. В., Чернов И. Ю. Роль почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия / Г. В. Добровольский, И. Ю. Чернов (отв. ред.). М.: Товарищество научных изданий КМК. 2011. 273 с.
2. Примак Р. Б. Основы сохранения биоразнообразия / Пер. с англ. О. С. Якименко, О. А. Зиновьевой. М.: Издательство Научного и учебно-методического центра. 2002. 256 с.
3. Павлинов И. Я. Проблема вида в биологии: истоки и современность // Концепции вида у грибов: новый взгляд на старые проблемы: материалы VIII Всероссийской микологической школы-конференции с международным участием. 2017. С. 5-19.
4. Медникова М. Б. Проблема биологического вида и некоторые концепции современной эволюционной антропологии // Вестник Московского университета. 2009. № 4. С. 45–56.
5. Обуховский Ю. М. Ландшафтная индикация: учебное пособие / Ю. М. Обуховский. Минск. 2008. 266 с.
6. Панин В. Ф., Сечин А. И., Федосова В. Д. Экология: Общеэкологическая концепция биосферы и экономические рычаги преодоления Глобального экологического кризиса; обзор современных принципов и методов защиты биосферы: Учебник для вузов. Под ред. В. Ф. Панина. Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2014. 327 с.
7. URL: <http://lib4all.ru/base/B1836/B1836Part8-39.php> (дата обращения: 04.10.2020).
8. URL: <https://www.cbd.int/gbo/gbo4/publication/gbo4-ru-hr.pdf> (дата обращения:

08.10.2020).

9. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml (дата обращения: 09.10.2020).

REFERENCES

1. Dobrovolsky G. V., Chernov I. Yu. The role of soil in the formation and preservation of biological diversity / G. V. Dobrovolsky, I. Yu. Chernov (ed.). Moscow: Association of Scientific Publications of the CMC. 2011. 273 p.
2. Primak R. B. Fundamentals of biodiversity conservation / Translated from English by O. S. Yakimenko, O. A. Zinovieva. M.: Publishing House of the Scientific and Educational-Methodical Center. 2002. 256 p.
3. Pavlinov I. Ya. The problem of species in biology: origins and modernity// Concepts of species in fungi: a new look at old problems: materials of the VIII All-Russian Mycological School-conference with international participation. 2017. P. 5-19.
4. Mednikova M. B. The problem of biological species and some concepts of modern evolutionary anthropology // Bulletin of the Moscow University. 2009. No. 4. P. 45-56.
5. Obukhovskiy Yu. M. Landscape indication: textbook / Yu. M. Obukhovskiy. Minsk. 2008. 266 p.
6. Panin V. F., Sechin A. I., Fedosova V. D. Ecology: The general ecological concept of the biosphere and economic levers of overcoming the Global ecological crisis; review of modern principles and methods of protecting the biosphere: Textbook for universities. Edited by V. F. Panin. Tomsk Polytechnic University. Tomsk: Publishing House of Tomsk Polytechnic University. 2014. 327 p.
7. URL: <http://lib4all.ru/base/B1836/B1836Part8-39.php> (accessed: 04.10.2020).
8. URL: <https://www.cbd.int/gbo/gbo4/publication/gbo4-ru-hr.pdf> (accessed: 08.10.2020).
9. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml (accessed: 09.10.2020).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Байбатырова Элина Руслановна – старший преподаватель кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности Чеченского государственного педагогического университета.

e-mail: elina-76-76@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Baybatyrova Elina Ruslanovna – Senior Lecturer of the Department of Ecology and Life Safety Chechen State Pedagogical University.

e-mail: elina-76-76@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Байбатырова Э. Р. Угроза исчезновения биоразнообразия // Известия Чеченского государственного педагогического университета. Серия 2. Естественные и технические науки. 2021. №2 (25). С. 46–52. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-46

FOR CITATION

Baybatyrova E. R. The threat of extinction of biodiversity // News of the Chechen State Pedagogical University. Series 2. Natural and technical sciences. 2021. No. 2 (25). С. 46-52. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-46

УДК 614.46

DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-53

ОРГАНИЗАЦИЯ КВАРАНТИННО-ОГРАНИЧИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Мицаев Ш. Ш.

Чеченский государственный педагогический университет

ORGANIZATION OF QUARANTINE AND RESTRICTIVE MEASURES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Mitsaev Sh. Sh.

Chechen State Pedagogical University

Аннотация. Современный период развития человеческой цивилизации характеризуется беспрецедентным распространением новой коронавирусной инфекции, которая требует организации широких карантинно-ограничительных мероприятий. Актуальными для Российской Федерации остаются угрозы и ряда других опасных инфекций: чумы, холеры, сибирской язвы, натуральной оспы, желтой лихорадки, туляремии. Поэтому нами проведен анализ некоторых законодательных документов РФ, регламентирующих порядок и правила организации карантинно-ограничительных мероприятий, необходимых для улучшения эпидемической ситуации и эффективной санитарной защиты территории страны и его регионов.

Карантин – это система вынужденных организационных, административно-хозяйственных, режимно-ограничительных, санитарно-эпидемиологических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на предупреждение распространения инфекционной болезни и обеспечение локализации эпидемического очага с последующей его ликвидацией.

Ограничительные мероприятия представляют собой комплекс административных, медико-санитарных, противоэпидемических, противоэпизоотических и ряда других мероприятий, предусматривающих существенные изменения режима производственной и иной деятельности населения, а также ограничения в передвижении всеми видами транспорта людей, животных, товаров и грузов, которые могли бы способствовать переносу и распространению инфекционных болезней.

Ключевые слова: опасные болезни, эпидемический очаг, карантин, обсервация, ограничительные мероприятия.

Abstract. The modern period of the development of human civilization is characterized by an unprecedented spread of a new coronavirus infection, which requires the organization of extensive quarantine and restrictive measures. Threats of a number of other dangerous infections remain relevant for the Russian Federation: plague, cholera, anthrax, smallpox, yellow fever, tularemia. Therefore, we have analyzed some legislative documents of the Russian Federation regulating the procedure and rules for the organization of quarantine and restrictive measures necessary to improve the epidemic situation and effective sanitary protection of the territory of the country and its regions.

Quarantine is a system of forced organizational, administrative and economic, regime-restrictive, sanitary-epidemiological, sanitary-hygienic and therapeutic-preventive measures aimed at preventing the spread of an infectious disease and ensuring the localization of an epidemic outbreak with its subsequent elimination.

Restrictive measures are a set of administrative, health, anti-epidemic, anti-epizootic and a number of other measures that provide for significant changes in the regime of production and other activities of the population, as well as restrictions on the movement of people, animals, goods and cargo by all means of transport, which could contribute to the transfer and spread of infectious diseases.

Keywords: dangerous diseases, epidemic outbreak, quarantine, observation, restrictive measures.

На всем протяжении своего многовекового эволюционного становления человечество

преследовали различные заразные болезни, которые на протяжении тысячелетий служили одним из главных факторов сдерживания естественного прироста человеческой популяции на планете.

На наш взгляд, можно с уверенностью сказать о том, что эти болезни были обусловлены не только низким уровнем медицинских знаний, но и тесной связью человека с окружающей средой и полной зависимостью от ее природных факторов. Как нам известно, такие болезни в 20-м столетии стали называть природно-очаговыми, возбудители которых до настоящего времени продолжают угрожать здоровью населения практически всех регионов планеты.

Эпидемиологические угрозы для населения исходили от многочисленных диких мелких и крупных животных, служивших средой обитания самых различных патогенов вирусной, бактериальной, грибковой и иной биологической природы. В результате тесных контактов человека с объектами внешней среды (пища, трава, почва, водоемы) они проникали в организм и быстро адаптировались к нему с последующим болезнетворным воздействием вследствие определенных экологических коллизий.

Во многих случаях возникшие болезни быстро распространялись на здоровых людей, при этом нередко возникали крупные эпидемические очаги с высокой частотой гибели больных, люди серьезно стали опасаться заболевших, в некоторых племенах стали выносить больных из жилища в специальные места для «безопасной гибели».

В отдельных случаях массового поражения скота и людей, последние целыми племенами переселялись на новые территории, чтобы не стать жертвой разразившейся эпидемии.

Позднее люди стали применять изоляцию заболевших в отдельные комнаты, потом дома, люди перестали навещать больных, ходить друг к другу в гости, тем более из одного населенного пункта в другой.

Основными представителями власти в населенных пунктах многие столетия были церковные служащие, которые догадались оборудовать вблизи неблагополучных пунктов специальные указатели, предупреждавшие об эпидемической опасности и запрещавшие посещение таких селений и деревень (городов).

Несколько позднее (14-16 века), эти правила стали распространяться на область международных миграций людей, связанных с торговлей, перевозкой продуктов питания, животных и других товаров. Все портовые города и страны стали оборудовать специальные островные медицинские обсерватории для приплывающих к ним иностранных граждан, которые обязаны были изолированно находиться в них не менее одного месяца.

В настоящее время несмотря на то, что человечество надежно защищено от многих летальных инфекций специфическими биопрепаратами (вакцины, сыворотки, гамма-глобулины, фаги), проблема карантина и карантинных мероприятий вновь приобрела дополнительную актуальность в связи с нависшей над человечеством угрозой беспрецедентного распространения новой коронавирусной инфекции, охватившей практически все страны мира.

Краткая историческая справка. Карантин – это известный с давних времен способ борьбы с распространением опасных заразных заболеваний (чума, холера, оспа и другие болезни).

Название карантин происходит от итальянского «карантэ», что означает сорок. Дело в том, что первый официальный карантин был объявлен в 14 веке в итальянском городе Венеции с целью предупреждения заноса и распространения чумы с других стран мира и особенно Европы, где пандемия этой болезни приводила к опасности полного вымирания населения. Основным средством передвижения населения в эти времена был морской транспорт. Поэтому власти города, опережая эпидемические события, ввели такое правило, в соответствии с которым каждое прибывающее в Венецию судно должно было простоять в море на якоре 40 дней, прежде чем его экипажу разрешалось ступить на берег. Несколько позднее для этого

были построены специальные здания барачного типа на ближайших островах Лазоретто и Повеглия (рисунок 1) [5].



Рисунок 1. Карантинные постройки на островах вблизи Венеции [5]

Это правило, обязательное для соблюдения всеми иностранными морскими гостями, было названо «quarantino» от итальянского слова «сорок». По мнению некоторых ученых (Марк Харрисон, профессор Оксфордского университета), обозначение «сорок», по всей видимости, связано с 40 днями, проведенными по данным Нового Завета Иисусом Христом в одиночестве в пустыне.

В дальнейшем через 100-200 и более лет срок карантина существенно был сокращен – до 14-30 дней, хотя его принцип остался до настоящего времени неизменным.

В эти столетия в большинстве стран мира свирепствовали чума, моровая болезнь (сибирская язва), оспа, холера и другие коварные инфекции, поэтому карантин практиковался повсеместно в средневековой Европе.

Показательным примером эффективности карантинной изоляции людей является эпидемия бубонной чумы в английской деревне Им в 1665-1666 годах, когда от этой страшной болезни умерла большая часть жителей.

Спустя несколько месяцев после распространения чумной эпидемии, в июне 1666 года, новый приходской священник этой деревни Уильям Момпессон принял решение об использовании практики итальянцев для спасения жизни оставшихся в живых людей и закрыл деревню на карантин. Для этого он собрал всех жителей и сообщил им, что отныне выходить из деревни или принимать в ней друзей или родственников из других селений или городов (гостей) нельзя, иначе будут выноситься строгие наказания.

Священнослужителя поддержали власти этих местностей, которые пообещали поддерживать карантинную деревню продуктами питания и водой, пока чума в деревне не прекратится.

Несмотря на то, что большая часть населения погибла, болезнь была остановлена и она не распространилась на соседние деревни (рисунок 2).



Рисунок 2. Чумные захоронения в английской деревне Им [5]

С тех времен карантинные мероприятия применялись систематически во многих странах мира при возникновении особо опасных вирусных и бактериальных заболеваний людей, что является подтверждением их эффективности при решении социальных и эпидемиологических задач по внешней и внутренней санитарной защите административных территорий.

Инфекционные заболевания, представляющие собой чрезвычайную эпидемическую опасность для населения вследствие быстрого распространения и тяжелого течения, получили название *особо опасных*. Как правило, такие болезни возникают внезапно и за короткий промежуток времени охватывают значительную долю населения, характеризуются четко выраженной клинической картиной и высокой смертностью заболевших, то есть летальностью [6].

В настоящее время Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) включила в список особо опасных инфекций более 100 инфекционных заболеваний [5].

При возникновении ряда инфекций из этой группы предусмотрено введение ограничительных и профилактических мероприятий, направленных на предотвращение быстрого распространения заболевания людей. Это так называемые карантинные инфекции: натуральная оспа, полиомиелит, легочная чума, холера, желтая лихорадка, лихорадка Эбола и Марбург, новый подтип гриппа, острый респираторный синдром (ТАРС), а теперь и новая коронавирусная инфекция [6].

Наибольшее распространение особо опасные инфекции получили в странах с жарким климатом, среди которых наиболее актуальными являются такие как холера, лихорадки Денге, Зика, желтая лихорадка, чума, малярия и ряд других [5].

Ввиду прогрессирующего роста туристических и деловых миграций населения, ежегодно в нашей стране регистрируются завезенные случаи заболевания малярией, а еще чаще – тропических гельминтозов.

Санитарной службой Роспотребнадзора определен список особо опасных инфекций для России [6]: чума, натуральная оспа, холера, сибирская язва, желтая лихорадка, туляремия.

По происхождению эти инфекции подразделяются на две группы: зоонозного и антропонозного характера (рисунок 3).

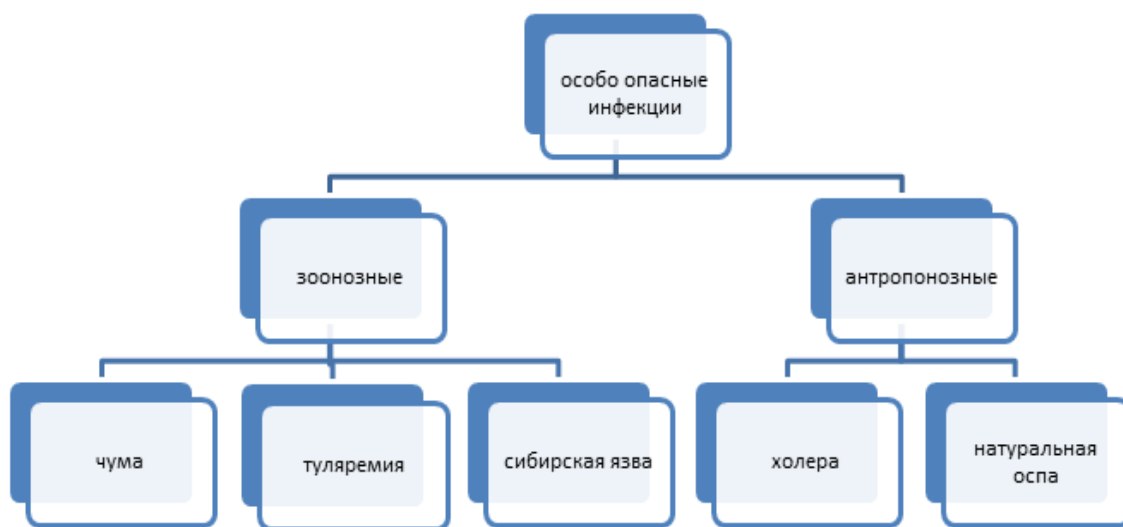


Рисунок 3. Особо опасные для России инфекции [7]

На основании изложенного мы поставили *цель* – изучить порядок и правила организации карантинных и ограничительных мероприятий в России для локализации эпидемических вспышек и оздоровления неблагополучных территорий.

При изучении данного вопроса мы опирались преимущественно на материалы федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и Методические указания МУ 1.2.793-99 «Организация и проведение режимно-ограничительных мероприятий в зонах стихийных бедствий и техногенных катастроф», утвержденных главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко 23 ноября 1999 года и некоторых других законодательных актов [1, 4].

Согласно статье 31 ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «ограничительные мероприятия (карантин) вводятся в пунктах пропуска через Государственную границу Российской Федерации, на территории, как в целом Российской Федерации, так и территории соответствующего субъекта Российской Федерации, муниципального образования, в организациях и на объектах хозяйственной и иной деятельности в случае возникновения угрозы проявления и распространения инфекционных заболеваний» [1].

В параграфе 2 этой же статьи указывается порядок введения и снятия карантина. В частности, решение о введении или отмене *ограничительных карантинных мероприятий* принимается Правительством Российской Федерации или органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации на основании предложений главных государственных санитарных врачей страны или административных территорий РФ, а также решением уполномоченных должностных лиц федерального органа исполнительной власти или его территориальных органов, структурных подразделений, в ведении которых находятся объекты обороны, чрезвычайных ситуаций и другого специального назначения [2].

Целесообразно дать более детализированные разъяснения основным понятиям, используемым при решении практических вопросов предотвращения дальнейшего распространения опасной инфекции и организации специальных и общих мероприятий по ее ликвидации.

В Методических указаниях «Организация и проведение режимно-ограничительных мероприятий в зонах стихийных бедствий и техногенных катастроф» дается следующая

формулировка *эпидемического очага*: это место, где произошло заражение заболевших определенной инфекционной болезнью людей, или же конкретная территория, на которой установлена потенциальная опасность заражения людей или животных возбудителями инфекционных заболеваний [4].

Карантин – это совокупность всех необходимых для предотвращения заноса и распространения инфекционной болезни на территорию страны или ее регионов общих (организационных, административно-хозяйственных) и специальных (санитарно-эпидемиологических, лечебно-профилактических) мероприятий. Карантин устанавливается и в случаях уже возникшей эпидемии (эпизоотии) в целях локализации и ликвидации эпидемического очага [1, 2].

Обсервация – это территория (зона обсервации), граничащая с зоной карантина, где возникла реальная угроза распространения инфекции и необходимость организации превентивных режимно-ограничительных мероприятий противоэпидемической и лечебно-профилактической направленности, включая и ограничение на передвижение людей во всех сопредельных с зоной карантина населенных пунктах [2].

В случаях, когда речь идет о проявлении или угрозе населению зоонозных инфекций, источниками которых служат домашние или дикие животные, круг противоэпидемических мероприятий одновременно дополняется широким спектром противоэпизоотических и ветеринарно-санитарных мероприятий [8].

Ограничительные мероприятия служат неотъемлемой частью условий карантинирования или обсервации потенциально или реально угрожаемых по заносу, возникновению и распространению трудно управляемых антропонозных или зоонозных инфекционных болезней. Они предусматривают, прежде всего, неотложные меры по выявлению наиболее вероятных источников болезни и путей их заноса и распространения, ограничения на всякие передвижения и перемещения людей, животных, продуктов, товаров, сырья, с помощью которых возможно распространение инфекций. Как правило, ограничения вводятся и на предприятиях различных отраслей, а также во многих других сферах человеческой деятельности, включая научно-образовательные, рекреационные, лечебные организации, учреждения культуры, торговли и пр. [1, 2, 4].

Противоэпидемический режим на карантинированной или обсервируемой территории организуется таким образом, чтобы условия профессиональной деятельности медицинского персонала и населения были наиболее благоприятны для эффективного проведения соответствующих противоэпидемических (противоэпизоотических) и санитарно-гигиенических мероприятий непосредственно в эпидемическом очаге [1, 3].

Санитарно-профилактические, противоэпидемические и санитарно-гигиенические мероприятия также включают в себя значительный перечень организационных, административных, инженерно-технических, медико-ветеринарных и других мер, предусматривающих исключение или снижение негативного воздействия факторов среды на здоровье человека и общества в целом. Таким образом, формируется противоэпидемический щит по предотвращению возникновения и распространения не только опасных инфекционных заболеваний, но и массовых соматических заболеваний (отравлений) и их ликвидации [1, 2, 3, 7].

Следует отметить, что важным звеном в системе организации широкомасштабных профилактических и оздоровительных мероприятий в эпидемических очагах является формирование специального координационно-управленческого органа – *санитарно-противоэпидемической комиссии (СПК)*, которая создается решением Правительства страны или административного региона. Целью этой комиссии является координация эффективного взаимодействия органов власти, предприятий и организаций при выполнении многогранных задач по достижению санитарно-эпидемиологического благополучия при инфекционно-эпидемических вспышках.

Решения санитарно-противоэпидемической комиссии являются обязательными для выполнения всеми органами и структурами исполнительной власти, а также организаций, учреждений и предприятий.

СПК возглавляет председатель, назначаемый из числа руководителей администраций субъектов, районов или городов, в зависимости от наименования угрожаемой или неблагополучной территории, а заместителем председателя - главный санитарный врач этой территории. В состав противоэпидемической комиссии включают ответственных специалистов органов здравоохранения, министерства внутренних дел, сельского хозяйства, научных сотрудников противочумной службы, а также транспорта, торговли и т.д.

Масштабы работы и роль СПК в осуществлении противоэпидемических и режимно-ограничительных мероприятий весьма велики: утверждение плана всех мероприятий, назначение начальника эпидемического очага, организация при необходимости штаба и его структур.

При введении карантина предусматривается:

- обязательная изоляция эпидемического очага и карантинированного населенного пункта с организацией круглосуточной военизированной охраны (оцепления);
- постоянный контроль передвижения населения и транспортировка имущества и грузов в карантинной зоне;
- запрет на проезд автотранспорта через эпидемический очаг;
- организация мероприятий по обсервации лиц, находившихся в очаге и выбывающих за пределы карантинной зоны;
- ранняя диагностика инфекционно-больных, их своевременная изоляция в специально выделенное лечебное учреждение;
- ограничение контакта между отдельными группами жителей неблагополучного пункта;
- установление оптимального противоэпидемического режима для населения и работников всех сфер экономики адекватно текущей эпидемиологической обстановке;
- контроль соблюдения требований противоэпидемического режима в снабжении населения водой и продуктами питания;
- обеспечение противоэпидемического режима в деятельности медицинских учреждений карантинированного населенного пункта;
- организация работы по обеззараживанию объектов внешней среды, продукции местных предприятий, а также санитарной обработке пораженного населения;
- организация безопасной технологии производства и хранения продуктов питания;
- выполнение мер экстренной и специфической профилактики;
- контроль соблюдения правил карантина населением, министерствами, ведомствами и предприятиями карантина;
- организация санитарно-разъяснительной работы.

В отдельных случаях карантин может быть заменен обсервацией с некоторым сокращением обязательных мероприятий, по сравнению с карантинными. В частности, сохраняют актуальность такие меры, как ограничения за движением и перемещением транспорта и населения, дезинфекция эпидемического очага и прилегающей территории, превентивная диагностика, изоляция заболевших путем госпитализации, санитарная обработка больных и экстренная профилактика контактных лиц, санитарно-просветительская работа, обеспечение противоэпидемического режима в лечебно-профилактических учреждениях и ряд других.

Вооруженная охрана (оцепление) нередко практикуется для повышения эффективности и оперативности проведения профилактических и оздоровительных мероприятий, особенно в случаях высокой контагиозности и летальности возникшей

инфекции в целях предотвращения выноса инфекционного начала (возбудителя) за пределы карантинированной территории. Для его обеспечения привлекаются подразделения органов внутренних дел, министерства чрезвычайных ситуаций, а иногда и оборонных ведомств, которые выставляют круглосуточные посты по периферии эпидемического очага или неблагополучного пункта, а также на основных улицах и путях передвижения людей и транспорта. Между постами охраны осуществляют патрулирование, оборудуют ограничительные знаки, указатели объездных путей, не допускают в неблагополучный пункт людей из других населенных пунктов.

В отдельных случаях может применяться метод интернирования работников эпидемически опасных предприятий или организаций, которые с высокой долей вероятности могут стать источниками распространения инфекции (например, при коронавирусной инфекции медперсонал по графику остается в лечебных учреждениях на 1-2 недели).

Для эффективности контроля противоэпидемического режима при передвижении населения и грузов разворачиваются специальные структурные подразделения – контрольно-пропускные пункты (КПП), содержащие в своем составе санитарно-контрольные пункты (СКП), формируемые силами и средствами медицинских учреждений с обязательным наличием изолятора. КПП могут выставляться на магистральных путях сообщения – шоссейных, железнодорожных, водных, которые пересекаются с границей карантинной зоны, а в некоторых случаях и в аэропортах.

Основной задачей КПП является обеспечение пропускного режима в неблагополучном пункте или эпидемическом очаге в соответствии с требованиями санитарно-эпидемиологических правил. Здесь проверяют наличие необходимых документов на людей, продукты, товары, технику, подтверждающие их эпидемическую безопасность. Аналогичные требования предъявляются в случаях завоза таких же грузов или въезде людей.

В зону карантина беспрепятственно допускаются формирования ГОЧС, Всероссийской службы медицины катастроф (ВСМК) и отдельные специалисты, направляемые для проведения мероприятий по ликвидации возникших эпидемических очагов, а также лица, постоянно проживающие на территории зоны карантина, но выехавшие из нее до установления карантина.

На СКП возлагаются следующие задачи:

- проверка документов о прохождении обсервации лицами, выбывающими из зоны карантина;
- проверка медицинских справок о вакцинации лиц, прибывающих в зону карантина, а также выдача им при необходимости средств экстренной профилактики;
- клиническое наблюдение за медицинским состоянием всех лиц, следующих через СКП в ту или другую сторону, при выявлении больных принимать соответствующие решения;
- контроль санитарного состояния вокзалов всех видов транспорта;
- медицинское наблюдение за персоналом КПП непосредственно в местах их дислокации.

Для вывоза продуктов, товаров или других грузов из карантинной зоны используется только продезинфицированный транспорт.

Контроль выполнения санитарно-эпидемиологических требований к грузам, товарам и почтовым отправлениям из карантинной зоны обеспечивается работниками почтовой связи, путей сообщения и транспорта.

Ограничение общения между отдельными группами населения достигается:

- запретом на передвижения населения и транспорта без специальных пропусков в зоне ЧС;
- запрещением всяких массовых мероприятий (митинги, конференции, собрания);
- закрытием рынков, крупных предприятий по торговле промышленными товарами и товарами общественного питания;

– организацией обеспечения населения необходимыми продуктами питания, доброкачественной питьевой водой и другими товарами первой необходимости.

Снятие карантина или обсервации осуществляется распоряжением председателя СПК после прекращения регистрации новых случаев заболевания и выполнения всех необходимых оздоровительных мероприятий в эпидемическом очаге, о чем составляется соответствующий комиссионный акт.

Таким образом, карантин и соответствующие режимно-ограничительные мероприятия объявляются и приобретают законную силу в случаях возникновения определенных, тяжело протекающих и быстро распространяющихся инфекционных заболеваний. Ответственное и качественное выполнение этих мероприятий является обязательным условием улучшения эпидемиологической обстановки и ликвидации эпидемического очага.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 13.07.2020) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
2. ГОСТ Р 22.0.04-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации. Термины и определения». Дата введения 1996-01-01.
3. Санитарно-эпидемиологические правила СП 3.4.2318-08 «Санитарная охрана территории Российской Федерации», утвержденные постановлением Главного санитарного врача РФ 22.01.08 №3.
4. Методические указания МУ 1.2.793-99 «Организация и проведение режимно-ограничительных мероприятий в зонах Стихийных бедствий и техногенных катастроф». Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 23 ноября 1999 г.
5. Методические указания МУ 3.1.3114/1-13 «Профилактика инфекционных болезней. Организация работы в очагах инфекционных и паразитарных болезней». Утверждены главным государственным санитарным врачом РФ 22.10.2013 г.
6. История карантина – самого старого и эффективного средства от эпидемий. Режим доступа: <https://bigpicture.ru/?p=1273175>
7. Особо опасные инфекции для Российской Федерации. Режим доступа: cgon.rosпотребнадзор.ru/content/63/2367/
8. Профилактика и борьба с заразными болезнями, общими для человека и животных. Сборник санитарных и ветеринарных правил. М. 1996. 256 с.

REFERENCES

1. Federal'nyj zakon ot 30.03.1999 N 52-FZ (red. ot 13.07.2020) «O sanitarno-epidemiologicheskom blagopoluchii naseleniya».
2. GOST R 22.0.04-95 «Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah. Biologo-social'nye chrezvychajnye situacii. Terminy i opredeleniya». Data vvedeniya 1996-01-01.
3. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila SP 3.4.2318-08 «Sanitarnaya ohrana territorii Rossijskoj Federacii», utverzhdennye postanovleniem Glavnogo sanitarnogo vracha RF 22.01.08 №3.
4. Metodicheskie ukazaniya MU 1.2.793-99 «Organizaciya i provedenie rezhimno-ogranichitel'nyh meroprijatij v zonah Stihijnyh bedstvij i tekhnogennyh katastrof». Uverzhdeny Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 23 noyabrya 1999 g.
5. Metodicheskie ukazaniya MU 3.1.3114/1-13 «Profilaktika infekcionnyh boleznej. Organizaciya raboty v ochagah infekcionnyh i parazitarnykh boleznej». Uverzhdeny glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 22.10.2013 g.
6. Istoriya karantina – samogo starogo i effektivnogo sredstva ot epidemij. Rezhim dostupa: <https://bigpicture.ru/?p=1273175>
7. Osobo opasnye infekcii dlya Rossijskoj Federacii. Rezhim dostupa: cgon.rosпотребнадзор.ru/content/63/2367/
8. Profilaktika i bor'ba s zaraznymi boleznyami, obshchimi dlya cheloveka i zhivotnyh. Sbornik sanitarnykh i veterinarnykh pravil. M. 1996. 256 s.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Мицаев Шадит Шамильевич – доктор ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности Чеченского государственного педагогического университета.

e-mail: mitsaev55@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Mitsaev Shadit Shamilevich – Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Ecology and Life Safety of the Chechen State Pedagogical University.

e-mail: mitsaev55@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Мицаев Ш. Ш. Организация карантинно-ограничительных мероприятий в Российской Федерации // Известия Чеченского государственного педагогического университета. Серия 2. Естественные и технические науки. 2021. №2 (25). С. 53–62. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-53

FOR CITATION

Mitsaev Sh. Sh. Organization of quarantine and restrictive measures in the Russian Federation // News of the Chechen State Pedagogical University. Series 2. Natural and technical sciences. 2021. No. 2 (25). С. 53-62. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-53

Х И М И Я

УДК 372.854

DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-63

МЕТОД АНАЛОГИИ КАК ЭФФЕКТИВНАЯ ФОРМА ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ

Хасбулатова З. С.¹, Джамбулатов Р. С.²

¹Чеченский государственный педагогический университет,

²Чеченский государственный университет
им. А-А. Кадырова

ANALOGY METHOD AS AN EFFECTIVE FORM OF TEACHING CHEMISTRY

Khasbulatova Z. S.¹, Dzhambulatov R. S.²

¹Chechen State Pedagogical University,

²Chechen State University named after A-A. Kadyrov

Аннотация. Работа посвящена методике использования способов и приемов изучения курса химии в средней школе с использованием метода аналогий. Показано, что при использовании данной методики ученик имеет возможность на более доступном уровне осмысливать суть явлений, процессов, закономерных связей, что в конечном счете положительно отражается на всех показателях результативности учебно-познавательного процесса. Опираясь на полученные результаты по определению эффективности обучения по основным общепринятым критериям оценки учащихся, сделан вывод о том, что предложенная методика является эффективной и обеспечивает более высокий уровень познавательной активности и степени усвояемости учебного материала.

Ключевые слова: образные аналогии, ассоциативный ряд, атом, электронное строение, качество знаний, успеваемость, коэффициент усвоения знаний.

Abstract. The work is devoted to the method of using methods and techniques for studying a chemistry course in high school using the method of analogies. It is shown that when using this technique, the student has the opportunity to comprehend the essence of phenomena, processes, regular connections at a more accessible level, which, ultimately, has a positive effect on all indicators of the effectiveness of the educational and cognitive process. Based on the results obtained in determining the effectiveness of teaching according to the main generally accepted criteria for assessing students, it was concluded that the proposed methodology is effective and provides a higher level of cognitive activity and the degree of assimilation of educational material.

Keywords: figurative analogies, associative row, atom, electronic structure, quality of knowledge, academic performance, the coefficient of knowledge assimilation.

Важнейшая роль педагога заключается в том, чтобы использовать в процессе обучения методики, приемы и технологии, направленные на учет и развитие потенциала учащихся на основе их индивидуальных способностей и методов психологической диагностики. В этом отношении роль педагога заключается не только в том, чтобы помочь ребенку приобрести те или иные знания, но и в том, чтобы выработать у него навыки и умения самостоятельно находить суть наблюдаемых явлений, событий или процессов. Грамотное использование в процессе обучения смысловых аналогий способно упростить им дорогу к новым знаниям.

Такие важнейшие представления химической науки, как химическая связь, электронное строение атомов, окислительно-восстановительные процессы и др., достаточно абстрактны, поэтому трудны для восприятия и дальнейшего запоминания. Сложность заключается и в том, что многие из важнейших понятий химии начинают изучать сразу на первом году обучения курса химии в школе. Весь начальный интерес к химии, именно по причине ее непонимания, не приводит к восприятию излагаемого материала, легко перерастая в угасание интереса к ней, справиться с которым для учителя является трудной задачей [1]. Поэтому, на наш взгляд,

дальнейшая проработка методов и приемов обучения учащихся на основе естественных механизмов ассоциативного мышления с использованием методов аналогий актуальна и обладает значительным потенциалом в методике преподавания.

Является установленным фактом, что обычное воспоминание или ход мыслей, обусловленные памятью, связаны именно с ассоциативным рядом понятий и представлений. Любая запомненная информация, химические формулы, события, свойства предметов и т. д. – все в нашей памяти хранится в виде ряда ассоциаций благодаря определенной цепочке умственных последовательностей, каждый компонент которой вызывает в памяти цепочку воспоминаний о других компонентах или событиях. У одних людей, обладающих прозаической натурой, мыслительные процессы протекают с большой сложностью [2]. У людей, обладающих творческим потенциалом и развитым мышлением, наоборот обычное течение мыслительной деятельности может становиться импульсивным в любое время. У таких людей часто одно воспоминание может вызвать за собой череду других воспоминаний, которые, казалось бы, не сочетались за всю предшествующую жизнь. Связующим звеном в данной ситуации обыкновенно выступает какая-нибудь возникшая спорадическая аналогия между несвязанными событиями [3].

Применимость метода аналогий и ее эффективность на уроках химии обусловлена самой природой учащегося, его естественным началом.

Таким образом, суть метода аналогии заключается в том, что если какое-либо сложное понятие или процесс попытаться увязать с обыденным, понятным для учащегося понятием, то кажущиеся такими сложными и недостижимыми понятия становятся уже понятными и легко запоминаются. Например, при объяснении химического взаимодействия между различными химическими элементами можно привести аналогию с взаимоотношениями между людьми, обладающими своими характерными чертами, способностями, весом или силами и т. д.

Другим ярким примером данного метода является модель атома, предложенная химиком Дж. Томсоном, которую он назвал «Сливовый пудинг». Согласно его гипотезе, атом представлял пудинг, обладающий положительным зарядом, а в него вкраплены сливы – отрицательно заряженные электроны. Впоследствии Эрнест Резерфорд выдвинул новую гипотезу, ассоциировав ее со строением планетарной системы и назвав ее «Теорией планетарного строения атома». Согласно этой теории, атом содержит в себе положительно заряженное ядро и отрицательные электроны, которые вращаются вокруг атомного ядра по определенным орбитам по ассоциации с движением планет по своим орбитам вокруг центра масс, т. е. Солнца [4].

Можно выделить следующие сильные стороны самостоятельного поиска аналогий учеником и самого метода аналогии при изучении курса химии в школе:

1. Особенность данного метода заключается в том, что используемые логические ассоциативные образы (нетипичная постановка вопросов, связь с живыми жизненными представлениями) оказывают на обучающегося положительный эффект, обусловленный повышением интереса к предмету. Установлено, что учащимся нравится находить решения подобных задач.

2. При решении химических задач с использованием образных аналогий происходит активное развитие логики. Преподаватели физики или математики тоже отмечают положительный эффект использования в своей практике приемов этого метода при решении сложных заданий. Это позволяет судить о влиянии данных приемов на повышение способности учащихся решать нетривиальные задания по данным предметам.

3. Подобные приемы стимулируют более активную интеграцию знаний, побуждая их использовать в своей образовательной деятельности различные источники информации. Как следствие, появляется стимул к изучению химии, к процессу обучения в целом.

4. Самостоятельный поиск ассоциаций для решения заданий способствует значительному повышению прочности знаний.

5. Применение на систематической основе подобных заданий позволяет подготовить учащегося к профилизации дальнейшего обучения [1].

В процессе обучения с использованием метода аналогий учителю очень важно не навязывать свои идеи. Для этого необходимо стремиться свои аналогии обсуждать с учащимися, поскольку, как известно, мировосприятие является индивидуальным чувством. Когда учащиеся сами участвуют в разработке подобных образов, предлагая свои варианты аналогий для упрощения запоминания какого-либо химического определения, это свидетельствует о том, что удалось вызвать интерес учащихся к предмету, они мотивированы на изучение химии и у них происходит развитие способностей к сравнению и анализу. Все это позволяет развить живой интерес не только к предмету химии, но и ко всему образовательному процессу. Ведь главная задача любого учителя – не только дать знания, но и воспитать интеллектуальный потенциал ребенка [5].

Рассмотрим некоторые примеры, на которых можно наглядно продемонстрировать метод аналогии для развития предметных знаний по химии в школе.

Атом – химически неделимая частица, состоящая из ядра, в состав которого входят протоны и нейтроны, дающие положительный заряд, и электроны, которые двигаются по энергетическим орбиталиям, формирующим энергетический уровень [6].

Аналогия: для более простого понимания материала можно предложить ребятам представить большую луковицу, внутри есть серединка – это ядро, дальше идут слои, которые притягиваются к нему с разной силой. Первый слой очень близко расположен и сильно притягивается к ядру. Чем дальше от середины, тем легче его оторвать.

Радиус атома: расстояние от ядра до последнего электрона.

Аналогия: в классе ряд с партами, учитель очень хорошо видит происходящее на первой парте, потому что она рядом, происходящее плохо видно с увеличением расстояния. Таким образом, чем дальше расстояние от учителя до парты с учениками, тем меньше он их видит – радиус атома.

Амфотерность – двойственная природа элемента в зависимости от условий.

Аналогия: каждый человек в зависимости от компании и условий ведет себя по-разному: в одной компании он тихий и спокойный, а в другой веселый и позитивный, т. е. амфотерный, меняется в зависимости от условий.

При изучении окислительно-восстановительных процессов можно использовать следующую *анalogию*: представить элемент как человека с разными чертами характера, а именно – человек был нейтральный, со временем приобрел такую черту характера как злость (электрон). Каким он стал? Если человек был нейтральный, избавился от злости, ненависти (от двух отрицательных черт характера, т. е. от двух электронов), каким он стал?

Для оценки степени восприятия теоретического материала и оценки традиционных методов обучения химии, реализуемых в школе, было проведено анкетирование учащихся. Для этого учащимся старших классов было предложено ответить на следующие вопросы:

- Имеются ли сложные для восприятия вопросы или темы в курсе химии?
- Если имеются, назовите вопросы или темы, вызывающие затруднения?
- В доступной ли форме осуществляется объяснение тех или иных понятий или явлений?
- Что позволяет вам лучше воспринимать и запоминать учебный материал?
- Каким способом вы легче всего можете запомнить ту или иную информацию?
- Используйте ли вы ассоциативное мышление в учебной деятельности или в жизни для запоминания информации?

• Хотели бы вы использовать метод ассоциативного обучения при изучении школьных дисциплин?

Как показал анализ ответов на вопросы, 45 % ответивших указали на то, что ассоциации помогают им эффективнее усвоить учебный материал. 30 % анкетированных считают, что заучивание материала является лучшим способом. О том, что они легко запоминают материал, сообщили 15 % учащихся. Эффективность других способов запоминания считают высокой незначительная часть анкетированных (10 %).

Таким образом, результаты анкетирования показали, что применение в учебной практике создания ассоциативных знаний позволяет повысить уровень усвоения предметных знаний и повышает эффективность обучения, а также свидетельствует о необходимости дальнейшего развития методических приемов и подходов, расширения практики применения ассоциативного обучения в образовательной среде.

Расчеты эффективности использованной методики осуществлялись по общепринятым критериям оценивания эффективности обучения: качество знаний, успеваемость, степень обученности учащихся, средний коэффициент усвоения знаний класса. Разрез знаний в обеих группах осуществлялся с использованием тестовых заданий по данной тематике.

Из анализа полученных данных по критериям успеваемости и качества знаний учащихся тестируемых групп можно сделать следующий вывод (рис. 1):

1. На контрольном этапе по сравнению с констатирующим этапом успеваемость в контрольной группе (занятия проходили в форме традиционного урока) существенно не изменилась, а качество знаний увеличилось на 4 % от исходных значений.

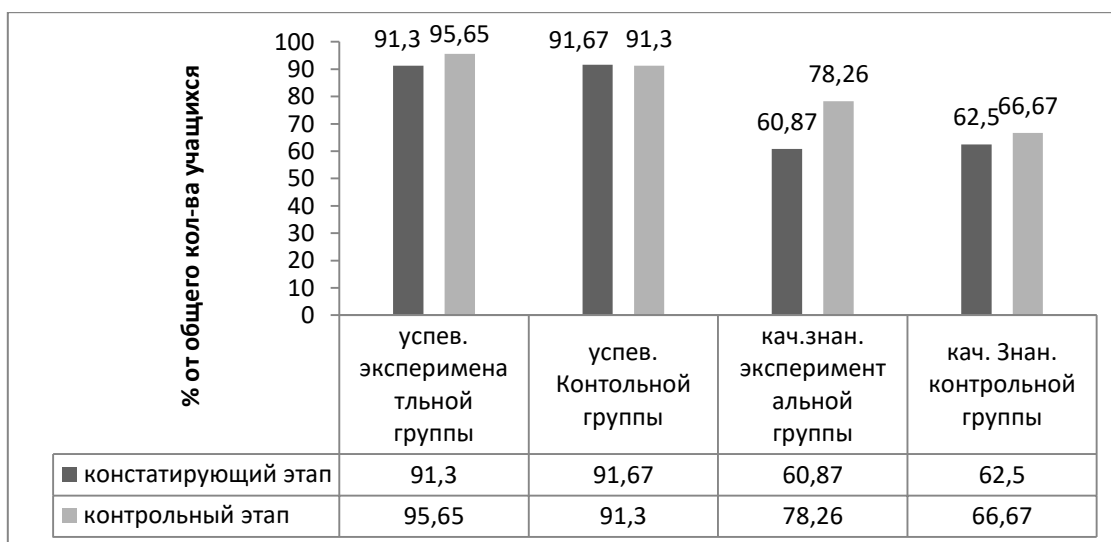


Рисунок 1. Результативность проведенного экспериментального занятия на констатирующем и контрольном этапе в обеих тестируемых группах (качество знаний и успеваемость)

2. На контрольном этапе по сравнению с констатирующим этапом успеваемость в экспериментальной группе (занятия проходили с использованием предложенной методики обучения) повысилась на 4,5 %, а качество знаний претерпело значительный рост порядка 17,6 % от исходных значений.

На рис. 2 представлены данные по результативности обучения учащихся тестируемых групп по такому критерию как степень обученности учащихся на констатирующем и

контрольном этапах исследования. В ходе решения тестовых заданий учащимися обоих классов установлено, что:

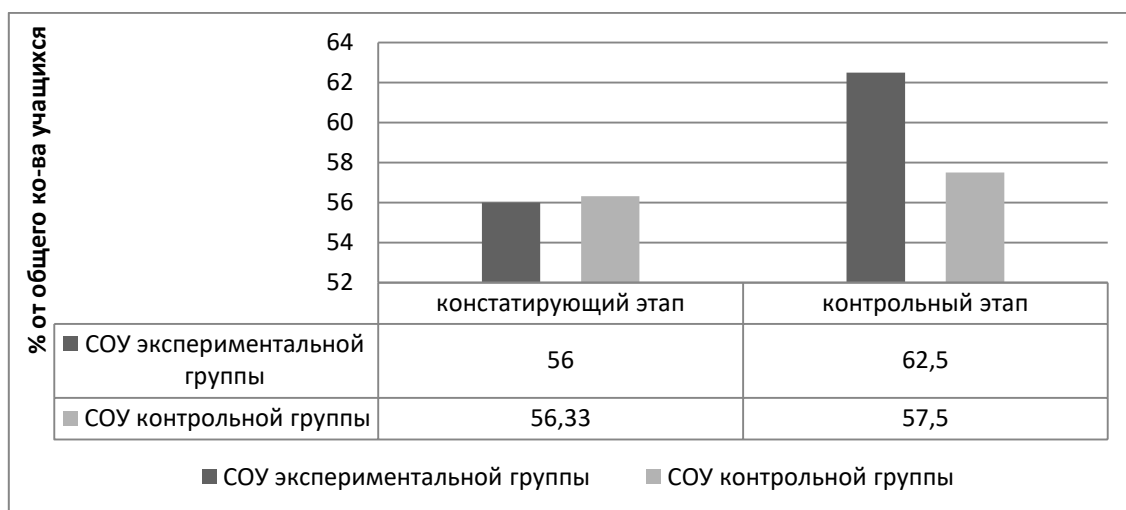


Рисунок 2. Результативность проведенного экспериментального занятия на констатирующем и контрольном этапе в обеих тестируемых группах (степень обученности учащихся)

1. В контрольном классе увеличение показателя степени обученности учащихся на контрольном этапе существенно не изменилось по сравнению с констатирующим этапом (1,3%).

2. В экспериментальном классе увеличение показателя степени обученности учащихся на контрольном этапе по сравнению с констатирующим этапом достигло 6,5 %.

Другим важным критерием оценки эффективности обучения является коэффициент усвоения знаний ($K_{уз}$), рассчитанный на основе полученных результатов тестирования обоих классов (экспериментальный и контрольный классы). Полученные результаты представлены на рис. 3.

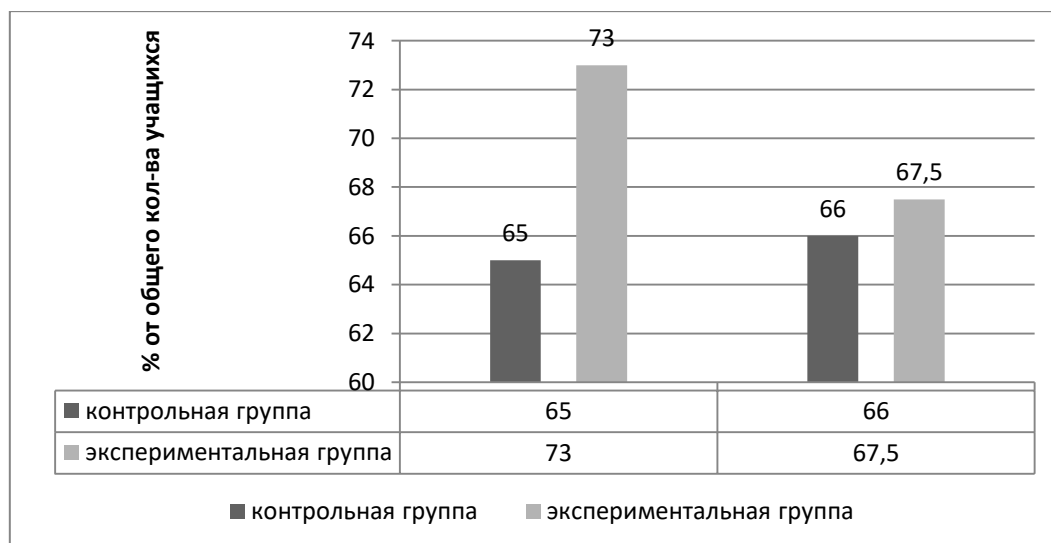


Рисунок 3. Результативность проведенного экспериментального занятия на констатирующем и контрольном этапе в обеих тестируемых группах (коэффициент усвоения знаний)

В экспериментальном классе, как видно из полученных данных (рис. 3), после

проведенных экспериментальных занятий значение коэффициента усвоения знаний на контрольном этапе повысился на 5,5 % по сравнению с констатирующим этапом исследования, тогда как в контрольном классе эта величина практически не изменилась (1 %).

Таким образом, по всем рассмотренным критериям оценки эффективности обучения результаты показывают значительную эффективность примененной методики проведения занятий по химии по сравнению с базовыми показателями самой группы (констатирующий этап) и показателями контрольной группы.

Анализ полученных данных позволяет констатировать положительное влияние использования метода аналогий при изучении химии в школе. Выражается это, прежде всего, в повышении уровня развития основных общеучебных знаний.

Такое повышение эффективности обучения можно объяснить тем, что способ организации учебного процесса, основанного на создании ассоциированного восприятия какого-либо понятия или явления на основе обычных, простых образов и представлений, позволяет значительно упростить восприятие сложных химических явлений и процессов.

Кроме того, использование методики аналогий позволяет ученику на другом уровне осмысливать суть явлений, процессов, закономерных связей, что в конечном счете положительно отражается на всех показателях результативности учебно-познавательного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сафина Л. Г. Проблемные задания с использованием метода аналогии / Л. Г. Сафина // Химия в школе. 2019. № 4. С. 11-13
2. Миренко Е. В. Использование аналогии в процессе обучения / Е. В. Миренкова // Химия в школе. 2011. № 6. С. 22.
3. Жумаева Э. Ш. Применение аналогий обучения при развитии химических понятий у учащихся / Э. Ш. Жумаева // Современные научные исследования и разработки. 2018 № 3 (20). С. 233-236.
4. Казанцев Ю. Н. Формула успеха, или как увлечь учащихся новым предметом / Ю. Н. Казанцев // Химия в школе. 2009. № 2. С. 15-19.
5. Пак М. С. Теория и методика обучения химии: учебник / М. С. Пак. СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. 2015. 306 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51703>.

REFERENCES

1. Safina L. G. Problemnye zadaniya s ispol'zovaniem metoda analogii / L. G. Safina // Himiya v shkole. 2019. № 4. S. 11-13
2. Mirenko E. V. Ispol'zovanie analogii v processe obucheniya / E. V. Mirenkova // Himiya v shkole. 2011. № 6. S. 22.
3. Zhumaeva E. Sh. Primenenie analogij obucheniya pri razvitii himicheskikh ponyatij u uchashchihsya / E. Sh. Zhumaeva // Sovremennye nauchnye issledovaniya i razrabotki. 2018 № 3 (20). S. 233-236.
4. Kazancev Yu. N. Formula uspekha, ili kak uvlech' uchashchihsya novym predmetom / Yu. N. Kazancev // Himiya v shkole. 2009. № 2. S. 15-19.
5. Pak M. S. Teoriya i metodika obucheniya himii: uchebnik / M. S. Pak. SPb.: Rossijskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet im. A. I. Gercena. 2015. 306 s. Rezhim dostupa: <http://www.iprbookshop.ru/51703>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Хасбулатова Зинаида Сайдаевна – доктор химических наук, профессор Чеченского государственного педагогического университета; главный научный сотрудник лаборатории высокомолекулярных соединений Комплексного научно-исследовательского института им. Х. И. Ибрагимова РАН.

e-mail: hasbulatova@list.ru

Джамбулатов Роман Суламбекович – кандидат физико-математических наук, доцент Чеченского государственного университета им. А-А. Кадырова; заведующий отделом физико-математических исследований Комплексного научно-исследовательского института им. Х. И. Ибрагимова РАН.

e-mail: asldzam@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Khasbulatova Zinaida Saydaevna – Doctor of Chemistry, Professor of the Chechen State Pedagogical University; Chief Researcher of the Laboratory of Macromolecular Compounds of the Complex Research Institute named after V.I. Kh. I. Ibragimova RAS.

e-mail: hasbulatova@list.ru

Dzhambulatov Roman Sulambekovich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Chechen State University named after A-A. Kadyrov; Head of the Department of Physical and Mathematical Research of the Complex Research Institute named after V.I. Kh. I. Ibragimova RAS.

e-mail: asldzam@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Хасбулатова З. С., Джамбулатов Р. С. Метод аналогии как эффективная форма преподавания химии // Известия Чеченского государственного педагогического университета. Серия 2. Естественные и технические науки. 2021. №2 (25). С. 63–69. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-63

FOR CITATION

Khasbulatova Z. S, Dzhambulatov R. S. Analogy method as an effective form of teaching chemistry // News of the Chechen State Pedagogical University. Series 2. Natural and technical sciences. 2021. No. 2 (25). С. 63-69. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-63

Ф И З И К А

УДК 53.01

DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-70

ГОЛОГРАФИЯ КАК СРЕДСТВО СОЗДАНИЯ УНИКАЛЬНОГО ФОТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Шахгериев М. А-В., Ахигова Р. С-М.
Чеченский государственный
педагогический университет

HOLOGRAPHY AS A MEANS OF CREATING A UNIQUE PHOTOGRAPHIC IMAGE

Shakhgeriev M. A-V., Akhigova R. S-M.
Chechen State Pedagogical University

Аннотация. В данной статье рассмотрен такой метод регистрации информации, как голография. Определены основные принципы голографии, виды (непрерывно волновая голография, импульсно-лазерная голография). В ходе исследования нами также выявлены основные области применения голографии. Так, голография представляет собой одно из самых перспективных направлений развития науки.

Ключевые слова: голография, голограмма, лазер, оптика, когерентный метод, некогерентный метод, луч, интерференция.

Abstract. This article discusses such a method of registering information as holography. The basic principles of holography, types (continuous wave holography, pulsed laser holography) are defined. In the course of the study, we also identified the main areas of application of holography. So, holography is one of the most promising areas of scientific development.

Keywords: holography, hologram, laser, optics, coherent method, incoherent method, beam, interference.

В современном мире человеку все чаще необходимо отобразить объект в трех измерениях для более легкого понимания информации, объем которой постоянно растет. Будь то авиадиспетчер, врач или антрополог – всем поможет голография.

Голография – это средство создания уникального фотографического изображения без использования объектива. Фотографическая запись изображения называется голограммой, которая выглядит как неузнаваемый узор из полос и завитков, но который при освещении когерентным светом, например, лазерным лучом организует свет в трехмерное представление исходного объекта.

Обычное фотографическое изображение регистрирует изменения интенсивности света, отраженного от объекта, создавая темные области, где отражается меньше света, и светлые области, где отражается больше света. Голография, однако, регистрирует не только интенсивность света, но и его фазу или степень, в которой волновые фронты, составляющие отраженный свет, соответствуют друг другу или когерентны. Обычный свет некогерентен, то есть фазовые соотношения между множеством волн в пучке совершенно случайны; волновые фронты обычных световых волн не соответствуют друг другу.

Деннис Габор, ученый венгерского происхождения, изобрел голографию в 1948 году, за что более 20 лет спустя (1971) получил Нобелевскую премию по физике [1]. Габор рассмотрел возможность повышения разрешающей способности электронного микроскопа, сначала используя электронный луч для создания голограммы объекта, а затем исследуя эту голограмму с помощью луча когерентного света, как показано на рисунке 1. В оригинальной системе Габора голограмма была записью интерференции между светом, дифрагированным объектом и коллинеарным фоном. Это автоматически ограничивает процесс тем классом

объектов, которые имеют значительные прозрачные области (рис. 1). Когда голограмма используется для формирования изображения, формируются двойные изображения, как показано на рисунке 1. Свет, связанный с этими изображениями, распространяется в одном и том же направлении, и, следовательно, в плоскости одного изображения свет от другого изображения появляется как компонент, находящийся вне фокуса. Хотя степень согласованности можно получить, фокусируя свет через очень маленькое отверстие, этот метод слишком сильно снижает интенсивность света, чтобы он мог использоваться в голографии; поэтому предложение Габора в течение нескольких лет представляло только теоретический интерес. Развитие лазеров в начале 1960-х годов внезапно изменило ситуацию [2]. Лазерный луч обладает не только высокой степенью когерентности, но и высокой интенсивностью.

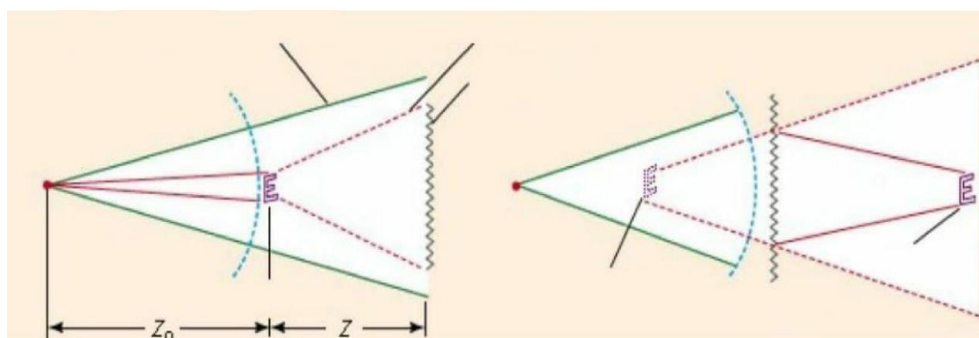


Рисунок 1. Оригинальный метод Габора для создания голограмм с помощью луча когерентного света

Из множества видов лазерного луча два представляют особый интерес для голографии: continuous-wave (непрерывный лазер) и импульсный лазер. Лазер CW излучает яркий непрерывный луч одного почти чистого цвета. Импульсный лазер излучает чрезвычайно интенсивную короткую вспышку света, которая длится всего около 1/100 000 000 секунды. Два ученых из Соединенных Штатов Эммет Н. Лейт и Юрис Упатниекс из Мичиганского университета применили лазер CW для голографии и добились больших успехов, открыв путь ко многим исследовательским приложениям [3].

Проблема, которую Габор задумал в своей попытке усовершенствовать электронный микроскоп, была такой же, с какой столкнулись фотографы в своих поисках трехмерного реализма в фотографии. Для этого необходимо сфотографировать сам свет, исходящий от источника. Если волны этого света с их множеством быстро движущихся гребней и впадин можно на мгновение заморозить и сфотографировать, то волновая картина может быть восстановлена и будет иметь тот же трехмерный характер, что и объект, от которого отражается свет. Голография выполняет такую реконструкцию путем регистрации фазового состава, а также амплитудного состава отраженных световых волн лазерного луча. Как это работает, показано на рисунке 2 слева.

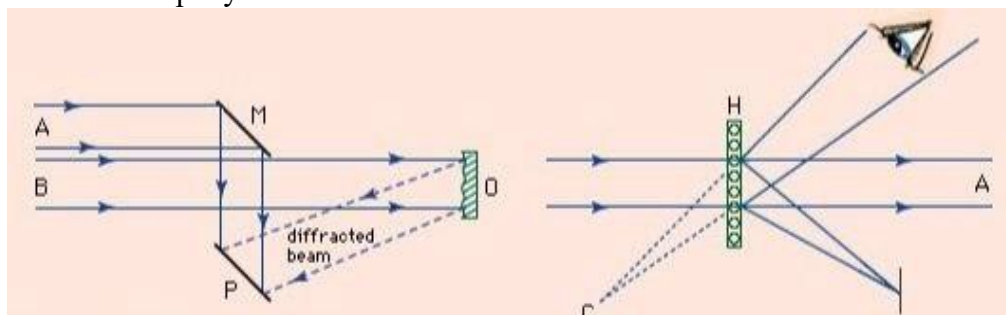


Рисунок 2. Механизмы для создания голограммы (слева) и восстановления изображения с голограммы (справа)

В затемненной комнате луч когерентного лазерного излучения направляется на объект О из источника В. Луч отражается, рассеивается и дифрагирует физическими особенностями объекта и попадает на фотопластинку в точке Р. Одновременно часть лазерного луча отделяется как падающий или опорный луч А и отражается зеркалом М также на пластину Р. Два луча интерферируют друг с другом; то есть их соответствующие амплитуды волн объединяются, создавая на фотопластинке сложный узор из полос и завитков, называемых интерференционными полосами. Эти полосы состоят из чередующихся светлых и темных областей. Светлые области возникают, когда два луча, ударяющихся о пластину, находятся в шаге, когда гребень встречается с гребнем, а впадина встречается с впадиной в волнах от двух лучей; затем лучи находятся в фазе и таким образом усиливают друг друга. Когда две волны имеют одинаковую амплитуду, но противоположную фазу, они отменяют друг друга, и в результате образуется темная область.

Пластина, когда она проявлена, называется голограммой. Изображение на пластине не имеет никакого сходства с сфотографированным объектом, но содержит запись всей информации о фазе и амплитуде, присутствующей в луче, отраженном от объекта. Две части лазерного луча – прямой и отраженный лучи – встречаются на пластине под широким углом и записываются на голограмме в виде очень тонких и плотно упакованных интерференционных полос. Этот узор полос содержит всю оптическую информацию о фотографируемом объекте.

Изменив процедуру в обратном порядке, как показано справа на рисунке 2, можно восстановить изображение исходного объекта. Когерентный свет лазерного луча освещает негатив голограммы Н. Большая часть света от лазера проходит через пленку в виде центрального луча А и не используется. Плотно упакованные, детализированные полосы на негативе голограммы действуют как дифракционная решетка, изгибая или дифрагируя оставшийся свет, чтобы точно изменить исходное состояние когерентных световых волн, создавших голограмму. Дифрагированный свет передается под широким углом от опорного луча лазера.

На стороне источника света голограммы, в точке С, формируется виртуальное изображение, видимое глазу. На другой стороне, в точке В, формируется реальное изображение, которое можно сфотографировать. Оба эти восстановленные изображения имеют трехмерный характер, потому что в дополнение к информации об амплитуде, которая является всем, что хранит обычный фотографический процесс, также была сохранена информация о фазе. Эта информация о фазе обеспечивает трехмерные характеристики изображения, поскольку она содержит точную информацию о глубине и высоте различных контуров объекта. Можно сфотографировать восстановленное изображение в точке В обычными фотографическими средствами на выбранной глубине в точном фокусе.

Реальное изображение с голограммы, то есть то, которое можно сфотографировать, выглядит псевдоскопическим или с обратной кривизной. Это изменение можно устранить, создав двойную голограмму, сначала подготовив единственную голограмму, а затем используя ее в качестве объекта при создании второй голограммы. При двойном развороте изображение снова становится нормальным, как в случае, когда зеркальное изображение текста становится разборчивым при просмотре его во втором зеркале. Реальное изображение голограммы обладает ценными свойствами. Смотровая камера или микроскоп может быть позиционирован и сфокусирован на различных выбранных позициях в глубину. Исходный объект также может быть приведен в нужное положение в пространстве.

Голограмма предлагает не только изображения на разной глубине (различные поперечные сечения объекта), но и изображения, видимые в разных направлениях, если зритель отклоняется от оси, на которой просматривается основное изображение. В этих условиях можно увидеть прямые изображения. В голографии также возможно записать на одну и ту же пластину последовательность многочисленных множественных изображений,

которые могут быть восстановлены как одно изображение, что приводит к возможности цветной голографии. Три голограммы могут быть наложены на одну и ту же пластину с помощью трех лазеров разных цветов. Реконструкция с помощью трех различных лазеров позволила бы получить изображение в его естественном цвете, даже если сама голограммная пластина черно-белая.

Движущийся объект может казаться неподвижным, когда голограмма создается с помощью чрезвычайно быстрой и высокоинтенсивной вспышки импульсного рубинового лазера. Длительность такого импульса может составлять менее $1/10\ 000\ 000$ секунды; и до тех пор, пока объект не перемещается более чем на $1/10$ длины волны света в течение этого короткого промежутка времени, может быть получена полезная голограмма. Лазер с непрерывной волной производит гораздо менее интенсивный луч, требующий длительной экспозиции; поэтому он не подходит, когда присутствует даже малейшее движение.

С помощью быстро мигающего источника света, обеспечиваемого импульсным лазером, можно исследовать чрезвычайно быстро движущиеся объекты. Химические реакции часто изменяют оптические свойства растворов; с помощью голографии такие реакции можно изучать. Голограммы, созданные с помощью импульсных лазеров, имеют те же трехмерные характеристики, что и голограммы, созданные с помощью источников постоянного тока.

Импульсно-лазерная голография использовалась в экспериментах в аэродинамической трубе. Обычно высокоскоростной воздушный поток вокруг аэродинамических объектов исследуется с помощью оптического интерферометра (устройства для обнаружения небольших изменений помех полосы, в данном случае вызванные изменениями плотности воздуха). Такой инструмент трудно настроить и трудно поддерживать стабильным. Кроме того, все его оптические компоненты (зеркала, пластины и т.п.) в оптическом тракте должны быть высокого качества и достаточно прочными, чтобы минимизировать искажения при высоких скоростях газового потока. Однако голографическая система позволяет избежать строгих требований оптической интерферометрии. Он регистрирует интерферометрические изменения показателя преломления в воздушном потоке, создаваемом изменением давления при отклонении газа вокруг аэродинамического объекта.

Голографические изображения также записываются на материалах, отличных от фотопластинок. Однако большинство этих нефотографических материалов все еще находятся на экспериментальной стадии, и фотографическое производство голограмм остается единственным широко используемым процессом.

Поскольку реальное изображение с голограммы можно просматривать с помощью камеры или микроскопа, можно исследовать сложные и даже недоступные области исходного объекта. Эта функция делает голографию полезной для многих целей. Например, глубокое, узкое углубление на плоскости часто не может быть достигнуто объективом микроскопа из-за ограничений рабочего расстояния. Если детали могут быть достигнуты согласованным светом, однако, голограмму можно взять и восстановить ее изображение. Поскольку это изображение является воздушным, микроскоп можно расположить таким образом, чтобы он мог сфокусироваться на требуемой области. Точно так же камера может быть сфокусирована на требуемой глубине и может фотографировать объекты внутри глубокой прозрачной камеры.

Многие голографические приложения используют тот факт, что составные повторяющиеся голограммы поверхности, слегка наклоненной после каждого воздействия, можно рассматривать как составную повторяющуюся волну. Если два таких рисунка совпадают, возникает условие, которое фактически совпадает с тем, которое существует в обычной классической двухлучевой интерферометрии, в которой один источник света разделяется на два луча и лучи рекомбинируются для формирования интерференционных картин. Такое расположение может быть установлено несколькими способами: в одном случае выполняется голографическая экспозиция поверхности, затем перед удалением или

проявлением голограммы поверхность слегка наклоняется и создается повторная голограмма, наложенная на первую голограмму. Когда эта двойная голограмма реконструирована, можно увидеть объект, а также поверхность, покрытую интерференционными полосами, вызванными неровностями поверхности. Эти полосы раскрывают микротопографическую информацию об объекте.

Голографическая интерферометрия может быть успешно применена к любой ситуации, в которой волновой фронт слегка изменен, независимо от того, насколько сложной может быть поверхность. Упруго деформационные эффекты могут быть изучены путем наложения двух волновых фронтов на голограмму, отраженных до и после введения эффекта упругого искажения. При реконструкции голограмма дает четкое изображение объекта, пересеченное интерференционными полосами. Даже очень сложные формы реагируют на этот подход таким образом, который был бы невозможен в классической интерферометрии. Существует также большая гибкость в выборе методов, используемых для применения искажений, и даже только эти условия часто полностью исключают оптическую интерферометрию. Не только статические искажения, но и медленная динамика вариации могут быть изучены таким образом. А с помощью импульсных рубиновых лазеров можно изучать очень быстрые, кратковременные изменения.

Временные изменения формы объекта обычно изучаются не с помощью одной голограммы с двойной экспозицией, а альтернативным методом. Сначала создается голограмма объекта в его свободном, ненапряженном состоянии. Затем объект подчеркивается и создается новая голограмма. Напряженная голограмма просматривается через исходную голограмму без напряжения, и наложение обеспечивает интерференционную полосу – рисунок, который был бы получен при двойной экспозиции. С помощью таких средств можно изучать изменения во времени. Были проведены ценные исследования таких механически вибрирующих систем, как диафрагмы, музыкальные инструменты (например, брюхо скрипки), вибрирующие лопасти паровой турбины и тому подобное. Изучение крупных инженерных компонентов длиной до одного метра (около трех футов) создает особые проблемы. Расстояние между пластиной голограммы и объектом должно быть достаточно большим, чтобы гарантировать, что весь объект можно увидеть одновременно. В свою очередь, мощность лазера должна быть увеличена, предъявляются высокие требования к когерентности света, а механическая стабильность всей установки должна быть исключительно хорошей.

Когда голограммная интерферометрия применяется для исследования вибраций, возникающих в быстро вращающейся лопасти турбины, стробоскопические методы помогают анализу. Лазерный луч стробоскопически прерывается с той же частотой, что и вращение лопасти турбины, и, когда лопасть, таким образом, находится в состоянии покоя, создается голограмма. Следовательно, для лезвия создается голографический интерферометрический рисунок, движение которого прекращается стробоскопическим действием. Слегка изменив частоту расположения стробоскопа, можно выполнить медленное сканирование всей картины вибрационных напряжений, которым подвергается лезвие. Из таких голограмм можно получить много информации о напряжениях в лопатках турбин и других вращающихся или вибрирующих объектах.

Хотя голография может решить многие проблемы, она все еще является относительно дорогой процедурой. Лазерная система сама по себе является довольно сложным и дорогостоящим оборудованием, и затраты еще больше усугубляются дополнительным оборудованием и длительным временем экспозиции, необходимым для создания голограмм и реконструкции изображений. Поэтому, помимо использования в микроскопии и интерферометрии, голография применяется только в тех случаях, когда другие методы не работают или недостаточно точны.

В этой связи важно провести некий экскурс в историю. Понятие «голография»

появилось относительно недавно, в 1950-х годах, но за этот период добилось больших успехов. Все началось с создания плоского голографического изображения, а затем появилось трехмерное изображение. В конце 2010 - начале 2011 года американские ученые разработали голографическую телевизионную систему! Кто бы мог подумать, что то, что мы увидим, когда смотрим фильм, будет не плоским экраном, а трехмерным движущимся персонажем! Кто бы мог подумать, что такое будет доступно не только в кинотеатрах, но и в обычных домашних условиях, ведь голографические 3D-изображения можно увидеть без специальных очков!

В то время как технологии голографического телевидения еще только начинают развиваться, голографическая технология широко используется для предотвращения подделки документов, лицензий, банкнот и различных потребительских товаров. Голографические изображения сложно подделать, особенно с постоянным развитием технологий.

Таким образом, мы определили физическую основу этого явления, а также смогли ответить на вопрос о том, почему фотографии, которые мы видим, плоские, а голограммы – трехмерные. Убеждены, что сегодня голография – одно из самых перспективных направлений развития науки, и скоро технология голографии войдет в повседневную жизнь человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смородинский Я. А., Сороко Л. М. «Успехи голографии (Интерференция, голография, когерентность)». М: «Знание». 1970 г.
2. Островский Ю. И. «Голография и ее применение.». М: «Наука». 1976 г.
3. Бордовский Г. А. Общая физика в 2 т. Том 2: учебное пособие для вузов / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. 2-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт. 2021. 299 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-534-05452-1. Текст: электронный
4. Трофимова Т. И. Курс физики. М.: «Академия». 2016 г.
5. Соболева В. В. Общий курс физики [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие к решению задач и выполнению контрольных работ по физике/ Соболева В. В., Евсина Е. М. Электрон. текстовые данные. Астрахань: Астраханский инженерно-строительный институт. ЭБС АСВ. 2013 г.
6. <https://radiostorage.net/4471-dennis-gabor-izobretatel-golografii-metoda-trekhmernoj-fotografii.html>
7. <https://altium-u.ru/articles/istoriya-razvitiya-lazera/>
8. <http://www.yarmp.com/biblioteka/stati-po-golografii/54-vtoroe-rozhdenie-golografii>
9. https://hmong.ru/wiki/Optical_interferometry
10. http://www.decoder.ru/list/all/topic_48

REFERENCES

1. Smorodinskij YA. A., Soroko L. M. «Uspekhi golografii (Interferenciya, golografiya, kogerentnost')». M: «Znanie». 1970 g.
2. Ostrovskij YU. I. «Golografiya i ee primeneniye.». M: «Nauka». 1976 g.
3. Bordovskij G. A. Obshchaya fizika v 2 t. Tom 2: uchebnoye posobie dlya vuzov / G. A. Bordovskij, E. V. Bursian. 2-e izd., ispr. i dop. Moskva: Izdatel'stvo YUrajt. 2021. 299 s. (Vysshee obrazovanie). ISBN 978-5-534-05452-1. Tekst: elektronnyj
4. Trofimova T. I. Kurs fiziki. M.: «Akademiya». 2016 g.
5. Soboleva V. V. Obshchij kurs fiziki [Elektronnyj resurs]: uchebno-metodicheskoe posobie k resheniyu zadach i vpolneniyu kontrol'nyh rabot po fizike/ Soboleva V. V., Evsina E. M. Elektron. tekstovye dannye. Astrahan': Astrahanskij inzhenerno-stroitel'nyj institut. EBS ASV. 2013 g.
6. <https://radiostorage.net/4471-dennis-gabor-izobretatel-golografii-metoda-trekhmernoj-fotografii.html>
7. <https://altium-u.ru/articles/istoriya-razvitiya-lazera/>
8. <http://www.yarmp.com/biblioteka/stati-po-golografii/54-vtoroe-rozhdenie-golografii>
9. https://hmong.ru/wiki/Optical_interferometry
10. http://www.decoder.ru/list/all/topic_48

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шахгериев Магомед Абдул-Вахабович – старший преподаватель кафедры физики и методики преподавания физики Чеченского государственного педагогического университета.

e-mail: shahgeriev@mail.ru

Ахигова Радима Саид-Магомедовна – студентка физико-математического факультета Чеченского государственного педагогического университета.

e-mail: radi.ahigova@bk.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Shakhgeriev Magomed Abdul-Vakhabovich – Senior lecturer of the Department of Physics and Methods of Teaching Physics of the Chechen State Pedagogical University.

e-mail: shahgeriev@mail.ru

Akhigova Radima Said-Magomedovna – student of the Physics and Mathematics Faculty of the Chechen State Pedagogical University.

e-mail: radi.ahigova@bk.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Шахгериев М. А-В., Ахигова Р. С-М. Голография как средство создания уникального фотографического изображения // Известия Чеченского государственного педагогического университета. Серия 2. Естественные и технические науки. 2021. №2 (25). С. 70–76. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-70

FOR CITATION

Shakhgeriev M. A-V., Akhigova R. S-M. Holography as a means of creating a unique photographic image // News of the Chechen State Pedagogical University. Series 2. Natural and technical sciences. 2021. No. 2 (25). С. 70-76. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-70

М А Т Е М А Т И К А
И Н Ф О Р М А Т И К А

УДК 332.122

DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-77

МОДЕЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
КОНСТРУКТОРА И ПЛЕЕРА

Муцурова З. М.

*Чеченский государственный педагогический
университет*

MODEL OF MATHEMATICAL
CONSTRUCTOR AND PLAYER

Mutsurova Z. M.

Chechen State Pedagogical University

Аннотация. В данной статье рассматривается модель математического конструктора и плеера. Описывается пошаговая инструкция создания модели и МК-плеера в математическом конструкторе 6.0. При помощи конструктора предоставляется возможность создания творческих манипуляций с различными геометрическими фигурами и выполнения интересных задач по геометрии. Модели конструктора имеют различные расширения и хранят в себе свойства всех объектов построения. Также такие модели можно редактировать в конструкторе и рассматривать в плеере. Программа позволяет экспортировать построения в качестве изображения и использовать их в документах и презентациях в качестве модели в формате HTML5 как веб - страницу.

Ключевые слова: математический конструктор, модель, плеер, приложение, объект.

Abstract. This article discusses the model of the mathematical constructor and the player. A step-by-step instruction for creating a model and an MK player in the mathematical constructor 6.0 is described. With the help of the designer, it is possible to create creative manipulations with various geometric shapes and perform interesting tasks in geometry. Constructor models have various extensions and store the properties of all construction objects. Also, such models can be edited in the constructor and viewed in the player. The program allows you to export constructions as an image and use them in documents and presentations as a model in HTML5 format as a web page.

Keywords: mathematical constructor, model, player, application, object.

Математический конструктор представляет разработанные модели для демонстрации и построения различных геометрических задач, а также интерактивную среду для решения задач. Рассмотрим пошаговую инструкцию создания математической модели и плеера в математическом конструкторе.

Конструктор и плеер

Модели, создаваемые Математическим конструктором, могут быть открыты двумя способами:


Математическим конструктором – полнофункциональным редактором, предназначенным для создания и редактирования конструктивных моделей, в котором доступен весь инструментарий среды.

МК-плеером, являющимся облегченной версией программы и позволяющим работать с моделями при помощи инструментария, определенного настройками конкретной модели. Запустить плеер можно как из самого редактора, так и в качестве отдельного независимого приложения.

Модели «Математического конструктора» имеют расширение **mkz** или **mkzp** и хранят в себе свойства всех объектов построения. Такие модели можно редактировать в конструкторе


или просматривать в МК-плеере. Также программа позволяет экспортировать построение в качестве изображения для использования в документах и презентациях и в качестве модели в формате HTML5, встроенной в веб-страницу.

Создание модели

Иконка	Вызов из меню	Быстрый вызов
	Файл > Создать	Ctrl + N

Закрывает текущее построение, предварительно предложив сохранить изменения, если таковые имеются, и создает новое построение с чистым листом.

Создание модели на основе шаблона

Иконка	Вызов из меню
	Файл > Создать модель на основе шаблона


Закрывает текущее построение, предварительно предложив сохранить изменения, если таковые имеются, и создает модель на основе шаблона, используя его построение и настройки.

В стандартную поставку входят следующие шаблоны:


- **График** – заготовка для работы с графиками.
- **Планиметрия 1** – геометрическое построение.
- **Планиметрия 2** – геометрическое построение в отдельном фрейме.
- **Тела** – группа шаблонов для псевдо 3D моделей (Стереометрия, Куб, Пирамида и др.).
- **Теория вероятностей и статистика** – группа шаблонов, содержащая модели:

Испытания Бернулли, Гипергеометрическое распределение, Дискретная случайная величина и Непрерывная случайная величина.

Открытие модели

Иконка	Вызов из меню	Быстрый вызов
	Файл > Открыть...	Ctrl + O

Команда закрывает текущее построение, предварительно предложив сохранить изменения, если таковые имеются, и открывает диалог выбора модели. В диалоговом окне следует указать расположение и имя модели, которую следует открыть.

Иконка	Вызов из меню
	Файл > Последние

Ранее использованную модель можно также открыть, используя пункт *Файл > Последние*, где сохранен список из последних использованных файлов.

Пункт *Последние* не доступен, если ранее никакие модели не были открыты или список последних использованных файлов был удален. Удалить информацию о последних открытых моделях можно с помощью пункта меню: *Файл > Последние > Очистить список*.

Работа в режиме модели

Модель – это построение (файл*.mkz или *.mkzp), открытое в режиме воспроизведения, в котором вступают в силу ограничения на доступные пользователю действия и инструменты. Воспроизведение в режиме модели возможно при помощи МК-плеера или при помощи браузера после экспорта построения в формате HTML5. При расширении файла *.mkzp модель по умолчанию открывается в МК-плеере, а при расширении *.mkz – в редакторе для внесения изменений.


В режиме модели построение ведет себя несколько иначе – прячутся все функции разработчика (главное меню и панель инструментов) и предоставляется иной, специально настроенный для данной модели, набор инструментов. Также вступают в силу ограничения на поведение в модели, которые можно задать на вкладке *Общие свойства объектов* в диалоге редактирования объекта.

Все, что пользователь сам создает в модели, доступно ему для редактирования, в отличие от заранее созданных объектов, редактирование которых может быть запрещено автором модели.

Построение в Математическом конструкторе	
Сохранить построение	Экспортировать построение в формате HTML5
Файл название-модели.mkz или файл название-модели.mkzp	Файлы 1. название-модели.html 2. название-модели_base.html Папка mathkit_scripts
Открыть файл название-модели.mkz в Конструкторе или файл название-модели.mkzp в МК-плеере	Открыть файл название-модели.html в браузере
Модель	Модель в формате HTML5


Рисунок 1. Построение в Математическом конструкторе

Заголовок, описание и инструменты модели

Иконка	Вызов из меню	Быстрый вызов
	Файл > Заголовок, описание и инструменты модели...	F6

При выборе пункта меню *Файл > Заголовок, описание и инструменты модели...* будет открыт диалог настроек, которые вступят в силу при просмотре построения в режиме модели.

Свойства объектов

Иконка	Вызов из меню	Быстрый вызов
	Правка > Свойства объекта...	Enter

Диалог редактирования свойств объекта можно также вызвать двойным щелчком по объекту или при помощи команды в контекстном меню, вызываемом по щелчку правой клавиши мыши.

Если открыт диалог свойств некоторого объекта, то щелчок левой кнопки мыши с зажатой клавишей Ctrl по другому объекту откроет диалог свойств этого другого объекта. Таким образом можно переключаться по диалогам свойств объектов, не переоткрывая их заново для каждого редактируемого элемента.

У каждого типа объектов в «Математическом конструкторе» есть как свои собственные свойства, так и свойства, являющиеся общими для многих типов элементов.

Идентификатор

ID – поле внизу диалога свойств объекта, содержащее уникальный идентификатор объекта, который может быть использован в качестве аргументов библиотечных функций при создании функций, выражений и кнопок.

Вкладка *Обозначение*

Обозначение – это текстовое поле, располагающееся рядом с объектом. Обозначения могут быть как у геометрических объектов (точек, прямых и т.п.), так и у алгебраических (параметров, функций и т.п.).

Показывать обозначение – при включении этой опции рядом с объектом будет отображаться текстовое поле. Первоначальное значение присваивается автоматически, в зависимости от типа и роли объекта (например, преобразованные точки получают цифровые индексы, центры окружностей называются *O* и т.п.). Пользователь может поменять обозначение следующими способами:

- написать новое обозначение в соответствующем поле диалога редактирования свойств объекта;
- двойным щелчком по самому обозначению на листе (для геометрических объектов).

Скрыть обозначение любых объектов можно, убрав галочку напротив поля в диалоге редактирования. Для геометрических объектов можно удалять обозначения непосредственно с листа. Также для геометрических объектов можно скрыть или показать обозначение, применив к объекту инструмент *Обозначение* или текстовое поле.

Отступ – расстояние от объекта до *Обозначения* в пикселях (для геометрических

объектов).

Для некоторых типов геометрических объектов имеет смысл расположение обозначения с одной или с другой стороны. Для переключения нужно воспользоваться кнопкой **a|b** справа от поля *Отступ*.

Вкладка *Общие свойства*

Видимость

Лежит в слое – целое число, указывающее порядок отображения объектов. Если два объекта накладываются друг на друга, то «верхним» будет отображен объект с большим номером слоя.

Объект виден – при включении этой опции объект будет отображен на листе, иначе он будет показываться только при режиме *Показывать все скрытое*.

Всплывающая подсказка – при включении этой опции при наведении курсора на объект будет показана всплывающая подсказка. Если у объекта есть обозначение, оно будет отображено, иначе будет показан идентификатор и тип.

Рисовать след – при включении этой опции при движении объекта будет нарисована траектория его движения (отпечатки последовательных положений объекта).

Связи

Предки – список непосредственных предков текущего объекта. При выборе предка из списка происходит переход в его диалог редактирования.

Потомки – список непосредственных потомков текущего объекта. При выборе потомка из списка происходит переход в его диалог редактирования.

Поведение в модели

Поведение в модели – свойства, которые вступают в силу при просмотре построения в качестве модели.

Можно выделять объект – объект будет доступен для выделения в модели.

Можно перемещать объект – объект будет доступен для перемещения в модели.

Можно редактировать объект – объект можно будет редактировать в модели.

Можно перемещать обозначение – Обозначение объекта можно будет перемещать в модели.

Можно редактировать обозначение – Обозначение объекта можно будет редактировать в модели.

Множественное редактирование объектов

«Математический конструктор» позволяет одновременно редактировать несколько объектов, даже принадлежащих к разным классам. Для этого нужно выделить объекты и вызвать диалог редактирования свойств объекта. В появившемся окне объекты будут сгруппированы по классам, переход между которыми осуществляется с помощью кнопок << и >>.

Оформление модели

На данной вкладке можно указать заголовок модели и текст перед ее рабочим полем. Данная информация будет использоваться при просмотре модели в МК-плеере и во время экспорта модели в формате HTML5 при формировании стартовой страницы. Также здесь выбираются следующие опции:

Строка меню – если выбрана данная опция, то при экспорте модели в формате HTML5 в верхней части листа отображается строка меню, в которой сгруппированы инструменты, расположенные на панелях. Таким образом, инструмент можно вызвать как с панели инструментов, так и из меню.

Закладки листов – включает/отключает показ закладок листов. Имеет смысл включать данную опцию, только если файл состоит из нескольких листов.

Панели инструментов – включает/отключает показ панелей инструментов в модели. Состав панелей можно настроить на соседней вкладке диалогового окна.

Статусная строка – включает/отключает показ статусной строки в модели. Имеет смысл отключать данную опцию, если в модели предполагается отсутствие инструментальной панели (актуально для демонстрационных и презентационных моделей).

Кнопка «к началу» – если выбрана данная опция, то при экспорте модели в формате HTML5 на панель инструментов добавляется кнопка «К началу», которая позволяет перезагружать модель в браузере. Если в модели есть верхняя панель - кнопка отображается на ней слева, если её нет, но есть левая - то на ней сверху, в противном случае кнопка вообще не отображается.

Поддержка SCORM – если выбрана данная опция, то при экспорте модели в формате HTML5 в результирующий набор экспортируемых файлов модели добавляется набор программных модулей, необходимых для обмена данными с системами организации учебного процесса, поддерживающих стандарт SCORM 2004.

Поддержка MathJax – если выбрана данная опция, то в диалоговых окнах и обвязке модели будет поддерживаться разметка MathJax.

Здесь же регулируются параметры отображения модели в браузере. Можно выбрать, как модель вписывается в окно (будет видна целиком, включая оформление, или только ее интерактивная часть). Также при изменении окна браузера предусмотрено масштабирование модели. По умолчанию модель уменьшается, если окно меньше. Но возможно и увеличивать модель, если окно браузера больше.

Панели инструментов

На этой вкладке можно настроить состав инструментальных панелей модели.

Все инструменты конструктора – список всех инструментов, доступных для размещения на панели инструментов в модели.

Инструменты, размещаемые на панелях в модели – список всех инструментов, доступных на панели в данной модели. Есть возможность выбрать один из готовых шаблонов панелей:



Панели для планиметрии



Панели для стереометрии



Панели для алгебры



Панели для теории вероятностей



Панели для младших школьников



Пустые панели


Также можно настроить состав панелей инструментов для модели самостоятельно, выбирая необходимые инструменты из левой части и перенося их в правую часть диалога. При настройке панелей инструментов, доступных в модели, можно:

- – *добавить инструменты* в панели;
- – *создать папку* в панели;
- – *добавить разделитель* между инструментами;
- – *переименовать папку* в панели;
- – *переместить вверх* инструмент или разделитель;
- – *переместить вниз* инструмент или разделитель;
- – *удалить объекты* с панелей;
- – *вернуться к настройкам панелей по умолчанию.*

Метаданные и авторские права

На данной вкладке можно задать метаданные модели и указать авторские права и тип лицензии, в рамках которой можно использовать данную модель. Эти данные хранятся внутри mkz-файла и отображаются при просмотре модели в МК-плеере (по нажатию на кнопку **О модели...**), а также в модели в формате HTML5 в одноименной свертке.

Предпросмотр модели в МК-плеере

Иконка	Вызов из меню	Быстрый вызов
	Файл > Предпросмотр модели в МК-плеере	F3

Команда запускает МК-плеер, в котором будет загружено текущее построение для просмотра в качестве модели. Меню МК-плеера содержит команды:

Перезагрузить – перезагружает текущую модель.


Открыть – открывает системный диалог для открытия mkz-файла в МК-плеере.

Заккрыть – закрывает окно МК-плеера.

О модели... – открывает окно с метаданными и авторскими правами, заданными в настройках модели.

О программе... – открывает окно с данными о МК-плеере.

Импорт листов


Иконка	Вызов из меню
	Файл > Импорт листов...

Чтобы импортировать определённые листы из другого чертежа «Математического конструктора» (файлы с расширением ***.mkz** или ***.mkzp**), нужно использовать команду *Файл > Импорт листов...* и в открывшемся диалоге выбрать модель. Далее необходимо указать те листы, которые нужно импортировать. Выбранные листы будут добавлены в открытую модель в качестве новых.

Сохранение модели

Сохранить построение можно в форматах **mkz** и **mkzp**. Для сохранения модели под другим именем пользуйтесь командой *Сохранить как...*

Сохранить

Иконка	Вызов из меню	Быстрый вызов
	Файл > Сохранить	Ctrl + S


Если после создания модель еще не была сохранена ни разу, то откроется диалоговое окно сохранения, где следует указать расположение и имя файла для сохранения. В противном случае модель просто будет сохранена под текущим именем.

Если модель изменялась с момента последнего сохранения, то в заголовке программы после имени модели будет стоять символ*.


Команда *Сохранить* не будет доступна, если модель не изменялась с последнего

сохранения.

Сохранить как...

Иконка	Вызов из меню	Быстрый вызов
	Файл > Сохранить как...	Ctrl + Shift + S

Экспортировать как изображение


Иконка	Вызов из меню	Быстрый вызов
	Файл > Экспортировать как изображение...	Ctrl+E

Во время экспорта модели после выбора соответствующего пункта меню открывается диалоговое окно сохранения, где следует указать расположение и имя файла для сохранения.

Экспортировать построение можно в файлы формата **png**, **svg**, **eps** и **emf**. При этом получившееся изображение будет содержать все видимые объекты текущего листа.

При помощи буфера обмена все построение или его часть можно также вставить в качестве изображения в другие программы (например, в MS Word).

Экспортировать модель в формате HTML5

Иконка	Вызов из меню
	Файл > Экспортировать модель в формате HTML5...

Модель в формате HTML5 состоит из трех обязательных частей: стартового файла «название-модели.html», базового файла «название-модели_base.html» и папки «mathkit_scripts» со скриптовыми и стилевыми файлами. Структура модели имеет следующий вид:

1. Папка «название-модели».
Стартовый файл «название-модели.html».
2. Папка «files».
Базовый файл «название-модели_base.html» (на него ссылается стартовый файл).
3. Папка «mathkit_scripts» со скриптовыми и стилевыми файлами (на них ссылается базовый файл).

Если вы сохраняете несколько моделей, вы можете использовать для них общую папку «mathkit_scripts». При желании можно изменить взаимное расположение трех частей модели. Для этого нужно переписать соответствующие ссылки в html-файлах или использовать расширенный режим экспорта.

В расширенном режиме экспорта предлагается определить:

- местоположение папки с моделью «название-модели_base.html» относительно запускающего html-файла (в стандартной папке или по указанному адресу);
- местоположение папки со скриптами относительно запускающего html-файла (рядом с файлом или в произвольной папке). Также можно использовать скрипты, размещенные в сети - на официальном сайте разработчика или по указанному адресу.

Полученная в результате экспорта модель содержит всю необходимую информацию и не зависит от исходного mkz-файла построения.

Чтобы экспортировать текущее построение в модель HTML5, нужно воспользоваться командой меню *Файл > Экспортировать модель в формате HTML5*.

В открывшемся окне нужно указать или выбрать:

- название модели;
- папку, в которой она будет сохранена;
- шаблон экспорта – адаптивный или фиксированного размера.

Кнопка *Настройки модели...* позволяет открыть диалог настроек модели, а кнопка *Экспорт* завершает операцию. Обратите внимание: настройки модели, прописанные в шаблоне, имеют более высокий приоритет! Например, включенный чекбокс «Увеличивать модель, если окно больше» будет игнорироваться при экспорте с адаптивным шаблоном (но при необходимости масштаб модели можно регулировать после ее запуска с помощью соответствующего меню в правом верхнем углу).

Таким образом, для запуска модели надо открыть в браузере файл *Название модели.html*, находящийся в папке модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муцурова З. М. Реализация дистанционного обучения математике в виртуальной лаборатории 1С: Математический конструктор. В сборнике: Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых ученых. Материалы Международной научно-практической конференции. Материалы Круглого стола. 2020. С. 668-675.
2. Муцурова З. М. Типичная модель математического конструктора 6.0 и ее пошаговый разбор // Известия Чеченского государственного педагогического университета. Серия 2. Естественные и технические науки. 2021. №1 (24). С. 74-88.

REFERENCES

1. Mutsurova Z. M. Implementation of distance learning in mathematics in the virtual laboratory 1C: Mathematical constructor. In the collection: Actual problems of modern science: the view of young scientists. Materials of the International scientific-practical conference. Materials of the Round Table. 2020. S. 668-675.
2. Mutsurova Z. M. A typical model of a mathematical constructor 6.0 and its step-by-step analysis // News of the Chechen State Pedagogical University. Series 2. Natural and technical sciences. 2021. No. 1 (24). S. 74-88.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Муцурова Залина Мусаевна – преподаватель кафедры информационных технологий и МПИ Чеченского государственного педагогического университета.

e-mail: zalinan@bk.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Mutsurova Zalina Musaevna – senior Lecturer Department of Information Technology and MPI of the Chechen State Pedagogical University.

e-mail: zalinan@bk.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Муцурова З. М. Модель математического конструктора и плеера // Известия Чеченского государственного педагогического университета. Серия 2. Естественные и технические науки. 2021. №2 (25). С. 77–85. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-77

FOR CITATION

Mutsurova Z. M. Model of mathematical constructor and player // News of the Chechen State Pedagogical University. Series 2. Natural and technical sciences. 2021. No. 2 (25). С. 77-85. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-77

УДК 332.122

DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-86

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИКТ ДЛЯ
УЛУЧШЕНИЯ ПОНИМАНИЯ
СТЕРЕОМЕТРИИ УЧАЩИМИСЯ 6-8
КЛАССОВ**

Осмаева А. Р., Муцурова З. М.

*Чеченский государственный педагогический
университет*

**USING ICT TO IMPROVE STUDENTS'
UNDERSTANDING OF STEREOOMETRY
IN GRADES 6-8**

Osmaeva A. R., Mutsurova Z. M.

Chechen State Pedagogical University

***Аннотация.** В данной статье рассматривается разработка и внедрение ИКТ-парадигмы обучения пространственной геометрии и визуальному мышлению в начальном образовании, основанной на «Модели сочетания фазовых методов». Здесь представлен дидактический сценарий, основанный на ИКТ, который использует игровой и мыслимый подход, чтобы мотивировать учащихся начальных классов строить, наблюдать и манипулировать геометрическими фигурами в пространстве, а также направлять учителей, как помочь учащимся построить успешное понимание стереометрии.*

***Ключевые слова:** когнитивная теория ученичества, дидактика геометрии, математика, модель p - m комбинаций, начальное образование, стереометрия, теория ван Хилля.*

***Abstract.** This article discusses the development and implementation of an ICT paradigm for teaching spatial geometry and visual thinking in primary education, based on the «Model of a combination of phase methods». Here is an ICT-based didactic scenario that uses a playful and imaginative approach to motivate elementary school students to construct, observe, and manipulate geometric shapes in space, as well as guide teachers on how to help students build a successful understanding of stereometry.*

***Keywords:** cognitive theory of apprenticeship, didactics of geometry, mathematics, model of p - m combinations, primary education, stereometry, van Hil theory.*

По всему миру было проведено множество исследований, изучающих трудности, возникающие при изучении геометрии. В этой статье мы фокусируемся на теории геометрического мышления ван Хилля, как она была описана в его книге «Структура и понимание», а именно на теоретических конструкциях для разработки новой модели обучения в геометрии [5, с. 43]. Кроме того, стереометрия, как область изучения, представляет собой идеальный стимул для учащихся 6-8 классов получить богатый пространственный опыт и развить эффективные пространственные навыки. Это подходящий метод для обеспечения эмпирического понимания пространства и некоторых его форм учащимися. В частности, изучение стереометрии может помочь школьникам распознать трехмерные формы, научиться рисовать их, воспринимать и понимать их сети. Тем не менее преподавание и изучение стереометрии считается трудным для учащихся, учителей и исследователей из-за существования трехмерных фигур. С этой целью мы использовали ИКТ для преодоления подобных трудностей [2, с. 101].

Модель p - m комбинаций. Модель комбинаций p - m представляет собой учебную модель, относящуюся к преподаванию геометрии. Эта учебная модель возникла после того, как мы объединили фазы теории ван Хилля с методами когнитивного ученичества и обогатили эти комбинации, добавив три следующих элемента: (а) специальный рабочий лист, озаглавленный «Рабочий лист структурированной формы», который мы использовали для обучения геометрии, (б) матрицу, озаглавленную «Матрица управления рассуждениями для процесса доказательства», которая помогала студентам в производстве рассуждений, и (в) понятия простого и частичного доказательства для написания формального доказательства.

«Модель комбинаций p-m» использовалась в нескольких исследовательских работах в различных условиях и контекстах от начального образования до высшего образования [4, с. 78]. В работе ван Хилля существует более аналитическое описание и объяснение «Модели комбинаций p-m» (проекции многогранников и тел вращения) посредством эмпирического исследования для учеников старших классов средней школы.

Рассмотрим рабочий лист структурированной формы. Он служит для описания формата файла для флеш-анимаций, векторной графики, видео и аудио в сети Интернет (Small Web Format – SWF). SWF представляет собой неотъемлемую часть вышеупомянутой «Модели комбинаций p-m» для обучения геометрии учащихся старших классов средней школы. «Рабочий лист структурированной формы» – это специальный рабочий лист, состоящий из следующих трех разделов: раздел «Напоминания», раздел «Процесс» и раздел «Оценка» [8, с. 249] (см. рис.1):

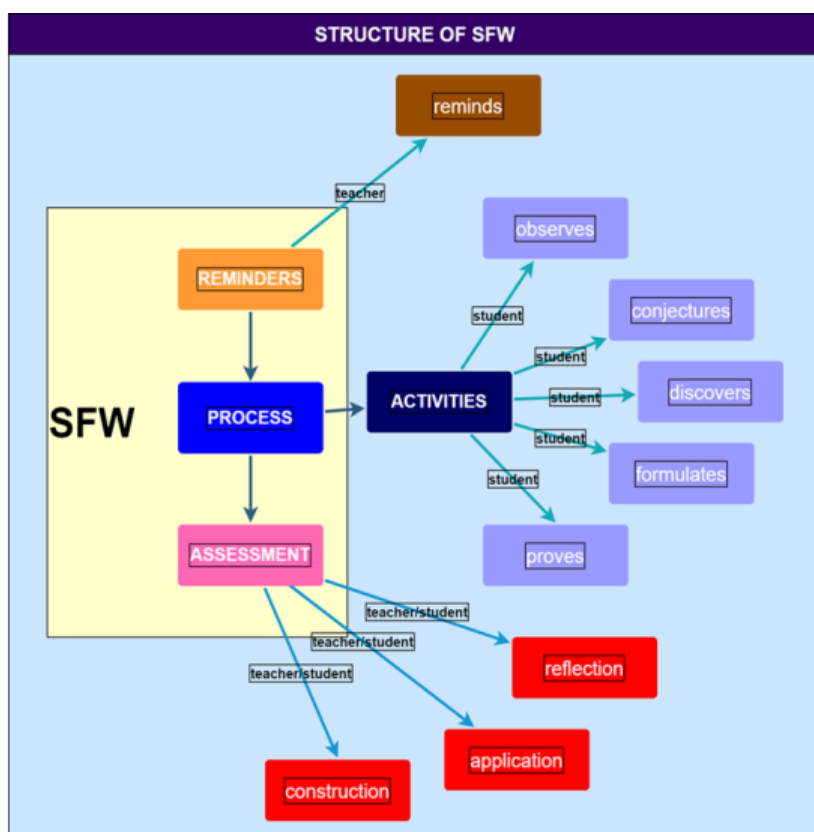


Рисунок 1. Рабочий лист структурированной формы

Как было указано ранее, мы ориентируемся на учащихся 6-8 классах, поэтому используемый SWF будет содержать учебные мероприятия на основе ИКТ, рассчитанные на уровень знаний данного возраста. Мы, безусловно, считаем, что возможности геймификации, визуализации и динамического манипулирования геометрическими фигурами, которые могут позволить себе современные ИКТ, значительно повышают понимание учащимися в усвоении понятий пространственной геометрии. Кроме того, отметим, что SWF содержит RECOMPP. RECOMPP является ценным инструментом, который помогает ученикам ознакомиться с процессом формальных доказательств [7, с. 55]. Однако, если «Доказательства» не являются частью официальной учебной программы, то нет необходимости в использовании RECOMPP [1, с. 4].

Ниже приводится аналитическое описание разделов SWF:

1. Примечания к напоминанию: здесь учитель напоминает ученикам некоторые теоремы. Это существенные теоремы, основанные на предшествующих знаниях студентов,

которые помогают им понять вновь приобретенные знания. В данном разделе происходит сочетание первой фазы модели ван Хила (Запрос/Информация) с методом моделирования когнитивной модели ученичества.

2. Процесс: здесь учащиеся должны строить догадки, открывать, доказывать и высказывать свое мнение о том, как решить те или иные проблемы, заранее подготовленные для них учителем.

3. Оценка: здесь ученики должны рассказать друг другу, что они сделали в предыдущем разделе, они должны описать, как они думали, почему они так поступили, что они узнали. Кроме того, они должны описать по телефону то, что они узнали, другому школьному товарищу, который отсутствовал на уроке. Более того, учащиеся должны построить задачу на основе полученных ими знаний. Этот раздел является результатом сочетания пятой фазы модели ван Хила (Интеграция) с методом отражения когнитивной модели ученичества.

Как мы уже упоминали ранее, изучение стереометрии помогает школьникам развивать свои перцептивные навыки, а также практиковать способность воображения относительно трехмерного пространства. Следовательно, выбор и последующее использование соответствующих открытых задач, например, «Найти, какую форму мы получим, если удалим часть конуса», представляется важной предпосылкой для успешного понимания стереометрии в образовании. Особую интригу в данной открытой задаче составляет то, что не указывается какая из частей конуса удаляется. Действительно, эта спецификация превращает проблему в открытую, поэтому она помогает ученикам развивать свое критическое мышление. Абрамович исследовал потенциал технологий для развития творческого и дивергентного математического мышления, решения задач и постановки задач, творческого использования динамического, мультимодального и интерактивного программного обеспечения преподавателями и учащимися, а также других цифровых средств и инструментов при расширении и обогащении трансдисциплинарных и междисциплинарных связей в классе математики [1]. По его заключениям, очевидно, что способность учеников воспринимать сеть твердого тела требует, чтобы они знали о плоских формах. Однако учащимся 6-8 классов гораздо труднее, по крайней мере с точки зрения перспективы фигур, рисовать трехмерные объекты и, в частности, твердые фигуры в двумерном пространстве, например, на доске или на листе бумаги, чем рисовать плоские фигуры в двумерном пространстве. Действительно, компьютеры, используя ИКТ, могут значительно помочь в этой цели. Кроме того, современные ИКТ могут помочь учащимся начальных классов развить вербальные навыки, а также коммуникативные навыки. Николоудакис и другие подтверждают, что компьютерная среда способствует трансформации внутриклассовой коммуникации, одновременно приводя к повышению успеваемости учеников в учебном процессе обучения по сравнению с успеваемостью учеников при участии в традиционном, очном, поведенческом обучении [6, с. 19-31].

ИКТ стал одним из фундаментальных строительных блоков современного общества. Многие исследователи провели исследования, чтобы оценить преимущества использования ИКТ в математике. Основываясь на избранной литературе, было установлено, что преимущества применения ИКТ в обучении математике можно обобщить следующим образом:

1. Это привлекает интерес учеников к изучению математики.
2. Это повышает их мотивацию и производительность.
3. Она поощряет обучение на протяжении всей жизни и способствует позитивному взаимодействию.

Паттинсон отмечал, что технология также имеет важное значение в преподавании и изучении математики. ИКТ улучшают способ преподавания математики и улучшают понимание учащимися основных понятий. Бекта суммировала ключевые преимущества – ИКТ способствуют более широкому сотрудничеству между учениками и поощряют общение и

обмен знаниями.

Многие страны в настоящее время рассматривают овладение базовыми навыками и концепциями ИКТ как неизбежную часть основного образования. С этой целью различные новые модели образования развиваются в ответ на новые возможности, которые становятся доступными благодаря интеграции ИКТ и, в частности, веб-технологий в среду преподавания и обучения. Однако эффективная интеграция таких приложений в математику в значительной степени зависит от знакомства учителя с ИТ-средой обучения. Учителя математики должны точно знать, как ИКТ используются в качестве инструмента преподавания и обучения, для своих собственных целей и для того, чтобы помочь ученикам использовать их. Чтобы получить максимальную отдачу от этого процесса, учителя математики должны уметь эффективно использовать ИКТ в исследованиях, решении проблем и проектном обучении математике, эффективно использовать ИКТ для профессионального развития в контексте преподавания и изучения математики и надлежащим образом интегрировать ИКТ в учебную программу по математике, что будет способствовать развитию у студентов способности владеть своей богатой ИКТ учебной средой. Представления и особенно программное обеспечение динамической геометрии, то есть те, которые вводятся такими программами, как Cabrio, представляют собой особый тип изображений, которые можно перетаскивать и преобразовывать под действием перетаскивания.

Другими словами, Мариотти утверждает, что в соответствии с точкой зрения Выготского создается инструмент семиотического опосредования. Башлачёв и Годен также утверждают, что переход от экрана компьютера к реальной математике также представляет собой процесс моделирования. Этот переход также может быть осуществлен с помощью обучающих объектов из Интернета. В частности, учащиеся могут заниматься теми сетками твердых тел, которые имеют небольшое число граней, например сеть куба или тетраэдра, чтобы развить соответствующую ментальную форму посредством эмпирического подхода. В частности, студенты могут рисовать, складывать или разворачивать эти сети, чтобы развить соответствующую ментальную форму с помощью эмпирического подхода. Систематическое использование специального геометрического программного обеспечения способствует переходу от пассивного обучения к более активному. Таким образом, технология в основном активизирует учебный контекст с помощью интерактивного программного обеспечения, предлагая новые роли учителям и ученикам. В частности, учитель обязуется предоставлять возможности для обучения и последующей учебной деятельности, направляя и обеспечивая обратную связь с учащимися, позволяя им выражать себя. Таким образом, учитель укрепляет самостоятельность учащихся и поощряет их в учебе. Кроме того, в настоящее время предложены инновационные парадигмы и модели проектирования совместного обучения, пригодные для электронного и дистанционного обучения. Благодаря удобству и гибкости этих новых учебных сред ресурсы доступны в любом месте и в любое время. Веб-обучение способствует активному и независимому обучению, поскольку каждый учится в своем собственном темпе. В классе, где все ученики находятся вместе, следить за уроком может быть трудно. Это серьезный недостаток традиционного образования. С другой стороны, онлайн-среды обучения, как правило, решают эту проблему. Действительно, в онлайн-образовании все учебные материалы предоставляются заранее, и ученики учатся, не торопясь. Они также могут прояснить свои сомнения с помощью живых чатов или форумов.

Более того, среда обучения, основанная на ИКТ, как правило, благоприятствует студентам с различными стилями обучения, поскольку ИКТ могут предоставить разнообразные возможности для восприятия и обработки информации, осмысления идей и выражения обучения. Подавляющее большинство учеников лучше всего учатся с помощью

визуальных и тактильных модальностей, и ИКТ могут помочь этим ученикам воспринимать информацию, а не просто читать и слышать ее. Мобильные устройства также могут предлагать программы, называемые «приложениями», которые обеспечивают дополнительную поддержку ученикам с особыми потребностями, с такими функциями, как упрощенные экраны и инструкции, последовательное размещение меню и функций управления, графика в сочетании с текстом, звуковая обратная связь, возможность задавать темп и уровень сложности, соответствующая и однозначная обратная связь и легкая коррекция ошибок.

Рабочий лист структурированной формы

Названия студенческих команд	Имя учителя	
.....	
.....		
.....		
Класс.....		
Школа.....		
Дата.....		
Название урока: Сети сплошных форм		

Рисунок 2. Рабочий лист структурированной формы

Введение осуществляется с использованием игрового подхода. Ученикам предлагается попрактиковаться в работе с учебными заданиями о плоских формах. Эти формы представляют собой грани сетей тех тел, которые будут изучаться. В частности, учащиеся должны сделать следующее: (а) распознать, какую форму представляет каждая сеть, и (б) назвать распознанные формы [7, с. 58].

Игровой подход: Поиграйте и попробуйте найти похожие фигуры (рис. 3).

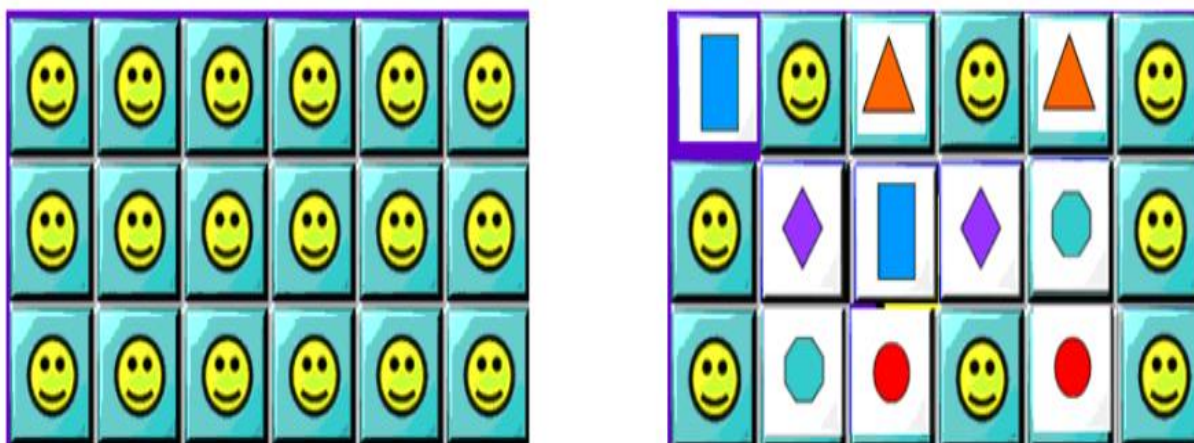


Рисунок 3. Скриншоты из учебной деятельности: здесь ученики играют, щелкая по смайликам, пытаясь найти похожие фигуры

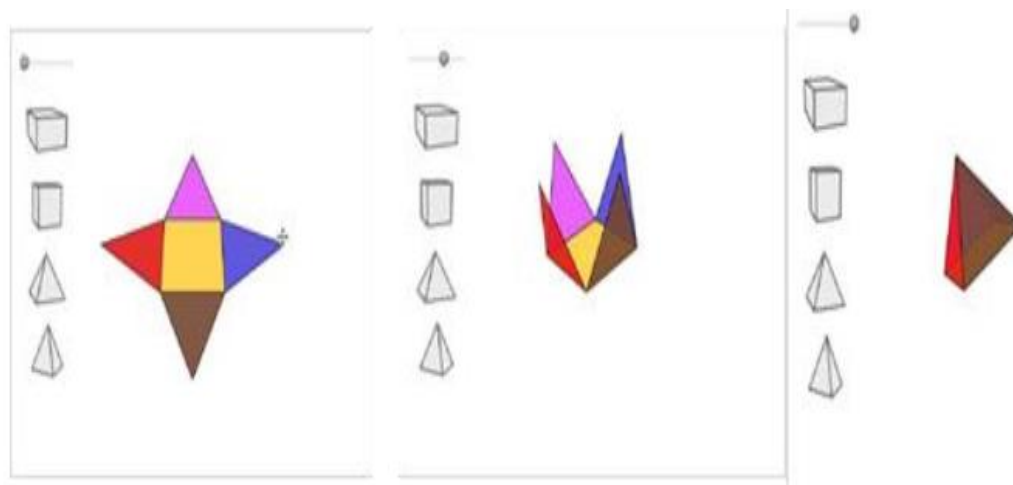


Рисунок 4. Скриншот из учебной деятельности

Использование ИКТ в обучении стереометрии может сделать учебный процесс более эффективным, а также расширить возможности учеников в понимании основных понятий. Тем не менее реализация его использования в обучении не обходится без проблем, поскольку могут возникнуть многочисленные барьеры. Типы барьеров, которые были выявлены в ходе исследования, следующие:

- 1) отсутствие времени в школьном расписании для проектов, связанных с ИКТ;
- 2) недостаточные возможности подготовки учителей для проектов ИКТ;
- 3) недостаточная техническая поддержка этих проектов;
- 4) отсутствие знаний о способах интеграции ИКТ для улучшения учебной программы;
- 5) трудности интеграции и использования различных инструментов ИКТ на одном уроке;
- б) отсутствие ресурсов дома для доступа учащихся к необходимым учебным материалам [3, с. 119].

Кроме того, одним из вопросов, который может быть выделен в будущих исследованиях, является эффективность внедрения различных приложений ИКТ для улучшения понимания учащимися. Навыки педагогов в области ИКТ и педагогика преподавания также могут быть повышены, поскольку они помогают учителям поверить в то, что ИКТ могут облегчить преподавание, а также повысить моральный дух учащихся. Интерес и мотивация студентов к обучению возрастут, если методы обучения не будут скучными и будут давать интересные результаты каждый раз, когда происходит процесс обучения. Дальнейшие исследования восприятия учащимися компьютерного обучения также поощряются для того, чтобы педагоги могли определить компьютерное программное обеспечение или технологию, которая подходит для преподавания математики в современных школах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамович С. Возвращение к решению математических задач и постановке задач в цифровую эпоху. Москва. 2014. С. 1-12.
2. Бекта. Что говорят исследования об использовании ИКТ в математике. Великобритания. 2003. С. 97-109.
3. Зев Б. Технология в классе математики. Нью-Йорк. 2003. С. 114-133.
4. Манро Б. Анализ влияния ИКТ на обучение и преподавание. Британия. 2007. С. 76-79.
5. Мейсон М. Модель ван Хила геометрического понимания и математически одаренных студентов. Украина. 1997. С. 39-53.
6. Николоудакис Э. Предложена модель обучения геометрии учеников старших классов средней школы. Москва. 2009. С. 17-45.
7. Халид Ф. Мнения учеников об использовании электронного портфолио и поддержка,

оказываемая для продвижения их компьютерного обучения в образовательных целях. Последние достижения в области телекоммуникаций, информатики и образовательных технологий. Москва. 2014. С. 54-59.

8. Хоффер А. Геометрия и визуальное мышление. Нью-Йорк. 1986. С. 233-261.

REFERENCES

1. Abramovich S. Vozvrashchenie k resheniyu matematicheskikh zadach i postanovke zadach v cifrovuyu epohu. Moskva. 2014. S. 1-12.
2. Bekta. Chto govoryat issledovaniya ob ispol'zovanii IKT v matematike. Velikobritaniya. 2003. S. 97-109.
3. Zev B. Tekhnologiya v klasse matematiki. N'yu-Jork. 2003. S. 114-133.
4. Manro B. Analiz vliyaniya IKT na obuchenie i prepodavanie. Britaniya. 2007. S. 76-79.
5. Mejson M. Model' van Hilya geometricheskogo ponimaniya i matematicheski odarennyh studentov. Ukraina. 1997. S. 39-53.
6. Nikoloudakis E. Predlozhena model' obucheniya geometrii uchenikov starshih klassov srednej shkoly. Moskva. 2009. S. 17-45.
7. Halid F. Mneniya uchenikov ob ispol'zovanii elektronnoho portfolio i podderzhka, okazываемaya dlya prodvizheniya ih komp'yuternogo obucheniya v obrazovatel'nyh celyah. Poslednie dostizheniya v oblasti telekommunikacij, informatiki i obrazovatel'nyh tekhnologij. Moskva. 2014. S. 54-59.
8. Hoffer A. Geometriya i vizual'noe myshlenie. N'yu-Jork. 1986. S. 233-261.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Осмаева Айшат Руслановна – студентка 4 курса профилей «Математика» и «Информатика» Чеченского государственного педагогического университета.

Муцурова Залина Мусаевна – преподаватель кафедры информационных технологий и МПИ Чеченского государственного педагогического университета.

e-mail: zalinan@bk.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Osmayeva Aishat Ruslanovna – 4rd year student profiles «Mathematics» and «Computer Science» of the Chechen State Pedagogical University.

Mutsurova Zalina Musaevna – senior Lecturer Department of Information Technology and MPI of the Chechen State Pedagogical University.

e-mail: zalinan@bk.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Осмаева А. Р., Муцурова З. М. Использование ИКТ для улучшения понимания стереометрии учащимися 6-8 классов // Известия Чеченского государственного педагогического университета. Серия 2. Естественные и технические науки. 2021. №2 (25). С. 86–92. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-86

FOR CITATION

Osmayeva A. R., Mutsurova Z. M. Using ICT to improve students' understanding of stereometry in grades 6-8 // News of the Chechen State Pedagogical University. Series 2. Natural and technical sciences. 2021. No. 2 (25). С. 86-92. DOI: 10.54351/25876074-2021-2-25-86